

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)
відділення телекомунікацій та електронних систем
(назва відділення)
циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр
(освітньо-професійний ступінь)
на тему: <u>Розробка конструкції вимірювача заряду для автомобільних</u>
<u>акумуляторів</u>

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи ТР-402

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Боденчук А. М.
(прізвище та ініціали)

Керівник Штогрин П. І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Хвостівська Л. В.
(прізвище та ініціали)

**Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Спеціалізація «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“05” _____ травня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ Боденчук Андрій Миколайович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції вимірювача заряду для _____
автомобільних акумуляторів _____

керівник кваліфікаційної роботи _____ Штогрин Павло Ігорович _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом закладу фахової передвищої освіти від 27.02.2026 року №4/9-133.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

Напруга живлення приладу 220-240 В

Споживаний струм 300-800 мА

Споживана потужність 10-15 Вт

Температура роботи від – 15 до +35 °С

Відносна вологість 85%

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

- 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази
- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектного виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Створення на підприємстві служби охорони праці.
 - 4.2 Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

Виконання проекту (з виготовленням макета, стенда, приладу і т.д.)

_____ без _____ виготовлення макета _____

- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - Аркуш №1 Схема електрична принципова
 - Аркуш №2 Схема електрична структурна або функціональна (при необхідності)
 - Аркуш №3 Креслення плати друкованої
 - Аркуш №4 Складальне креслення друкованого вузла
 - Аркуш №5 Складальне креслення виробу
 - Аркуш №6 Креслення деталі (елемент корпусу, радіатор, тримач, планка і т.д.) при необхідності
 - Аркуш №7 Таблиця ТЕП

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Оксана КУЩАК		
Охорона праці	Генадій ГОРЯЧИК		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	05.05	
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини	19.05	
9	Оформлення проекту	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист проекту	16.06	
12	Захист проекту		

7. Дата видачі завдання 05 травня 2026р.

Студент

(підпис)

Смоляк М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Василишин О.З.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....

2.2 Технологічна частина.....

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Боденчук			Розробка конструкції вимірювача заряду до автомобільних акумуляторів Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Штогрин								
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний								
Затверд.										

2.2.3	Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
2.2.4	Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....
2.2.5	Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
3.1	Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
3.2	Розрахунок собівартості продукції.....
3.3	Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1	Інструкції з охорони праці, їх поділ.....
4.2	Робоча загальнообмінна штучна вентиляція.....
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТКИ.....	

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Боденчук А.М. Розробка конструкції вимірювача заряду до автомобільних акумуляторів: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 120*85мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій цифрові індикатори HG1-HG2. У приладі немає елементів, котрі виділяють велику кількість тепла.

Конструкція корпусу складається з двох основних частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній кришці передбачені отвори для встановлення захисного скла індикатора та органів керування, зокрема перемикачів.

Мережевий шнур, запобіжник FU1 і затискачі XS1 встановлюються між кришками через спеціальні втулки та фіксуються у передбаченому пазі, що забезпечує їх надійне кріплення. Нижня кришка разом з опорними ніжками з'єднується з верхньою за допомогою гвинтів, що надає конструкції необхідної жорсткості та дозволяє багаторазово виконувати складання і розбирання виробу. Друкований вузол закріплюється до верхньої кришки чотирма гвинтами з шайбами, що гарантує його стійкість до механічних навантажень і надійність фіксації. Трансформатор встановлюється на нижній кришці за допомогою гвинтового з'єднання з використанням шайб. Габаритні розміри корпусу становлять 163×135×86 мм.

Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Ключові слова: акумулятор, вимірювання, заряд, робоча напруга.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bodenchuk A.M. Development of a design for a charge meter for car batteries: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 120*85mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other - digital indicators HG1-HG2. The device does not have elements that emit a large amount of heat.

The housing design consists of two main parts - the upper and lower covers of a trough-shaped shape. The upper cover has holes for installing the protective glass of the indicator and controls, in particular switches.

The power cord, fuse FU1 and XS1 clamps are installed between the covers through special bushings and fixed in the provided groove, which ensures their reliable fastening. The lower cover together with the support legs is connected to the upper one with screws, which gives the structure the necessary rigidity and allows the product to be assembled and disassembled repeatedly. The printed circuit board is fixed to the upper cover with four screws with washers, which guarantees its resistance to mechanical loads and reliable fixation. The transformer is mounted on the lower cover using a screw connection using washers. The overall dimensions of the case are 163×135×86 mm.

The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and accessible.

Keywords: battery, measurement, charge, operating voltage.

					<i>26 KP 172.403.004.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Призначення та область застосування розроблюваного виробу — вимірювача заряду автомобільних акумуляторних батарей — полягає у контролі процесу заряджання та визначенні моменту його завершення незалежно від режиму роботи зарядного пристрою. Відомо, що на практиці автомобільні акумулятори часто заряджаються за допомогою простих зарядних пристроїв, які не забезпечують стабілізацію струму. У таких умовах струм заряджання може змінюватися в широких межах, що ускладнює точне визначення ступеня зарядженості акумулятора традиційними методами.

Запропонований вимірювач заряду дозволяє об'єктивно визначити момент повного зарядження акумуляторної батареї навіть за відсутності стабілізованого струму. Пристрій здатний працювати з довільною формою струму, враховуючи його миттєві зміни, а також орієнтується на середнє значення струму протягом усього процесу заряджання. Це значно підвищує точність контролю та надійність експлуатації акумулятора.

Принцип роботи виробу базується на тому, що для повного зарядження акумулятора необхідно передати йому певну кількість електричного заряду, яка визначається як добуток середнього струму на час заряджання. Таким чином, ключовим параметром є не миттєве значення струму, а сумарний заряд, отриманий акумулятором. Коливання струму в процесі заряджання не впливають на загальну кількість переданого заряду, а лише змінюють тривалість самого процесу.

З метою забезпечення точного вимірювання кількості електричного заряду, що проходить через вимірювальний ланцюг в умовах нестабільного струму, було розроблено спеціалізований пристрій. Він дозволяє інтегрувати струм у часі та визначати фактичний заряд, переданий акумуляторній батареї, що робить його ефективним засобом контролю процесу заряджання у широкому спектрі практичних застосувань, зокрема в автомобільній техніці, сервісних станціях та побутових умовах [1].

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення приладу.....~220...240В;
2. Споживаний струм до 300...800 мА;
3. Температура роботи.....-15.....+35°C;
4. Відносна вологість 85%;
5. Діапазон вимірювання:
Режим 1: 0...10 А·год (ціна поділки 0,1 А·год);
Режим 2: 0...100 А·год (ціна поділки 1 А·год);
6. Похибка вимірювання: не більше $\pm(2-5) \%$;
7. Споживана потужність: Орієнтовно: до 10–15 Вт;
8. Тип індикації: цифрова, двохрозрядна.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

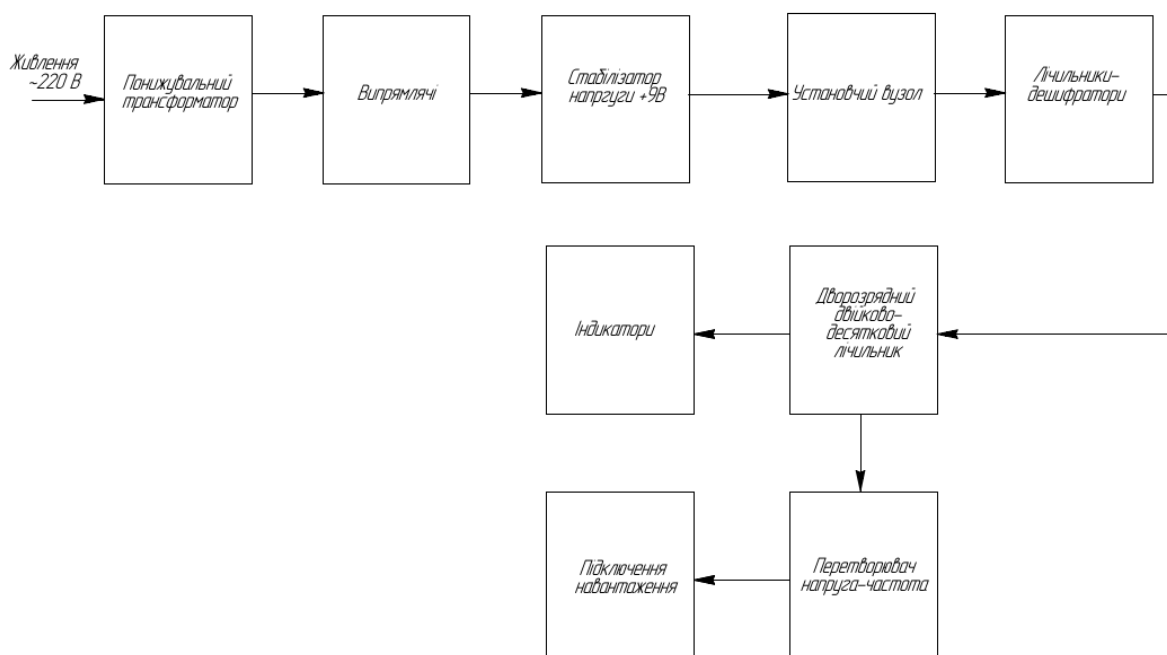


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

Структурна схема приладу для вимірювання заряду акумуляторів побудована за принципом послідовної обробки електричної енергії та сигналів. Живлення від мережі ~220 В подається на початковий трансформатор, який

знижує напругу до робочого рівня. Далі енергія проходить через випрямлячі, що перетворюють змінну напругу на постійну. Для стабільної роботи електронних вузлів використовується стабілізатор напруги +5 В, який забезпечує живлення цифрових блоків.

Наступним етапом є установчий вузол, що формує початкові умови роботи системи та задає режим вимірювання. Сигнали надходять на лічильник-дешифратор, який виконує цифрову обробку та перетворення даних у форму, придатну для відображення. Результати вимірювань подаються на індикатори, що забезпечують візуальний контроль заряду акумулятора.

Для точного відображення кількісних значень використовується двохранрядний вихідно-дев'ятковий лічильник, який дозволяє показувати результати у зрозумілому цифровому форматі. Паралельно передбачено підключення навантаження, що дає змогу перевіряти акумулятор під робочим струмом. Завершальним елементом є перетворювач напруга-частота, який трансформує вимірювану напругу у частотний сигнал для подальшої цифрової обробки та підвищення точності вимірювань.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Основою розробленого пристрою є перетворювач «напруга–частота», реалізований на мікросхемі DA1. На його вхід подається напруга, яка пропорційна струму заряджання акумулятора. Ця напруга формується на струмовимірювальних резисторах R1 і R2 (використовується один або обидва резистори залежно від положення тумблера SA1, що задає межу вимірювання). Завдяки лінійній характеристиці перетворення, частота імпульсів на виході мікросхеми DA1 прямо пропорційна величині зарядного струму.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

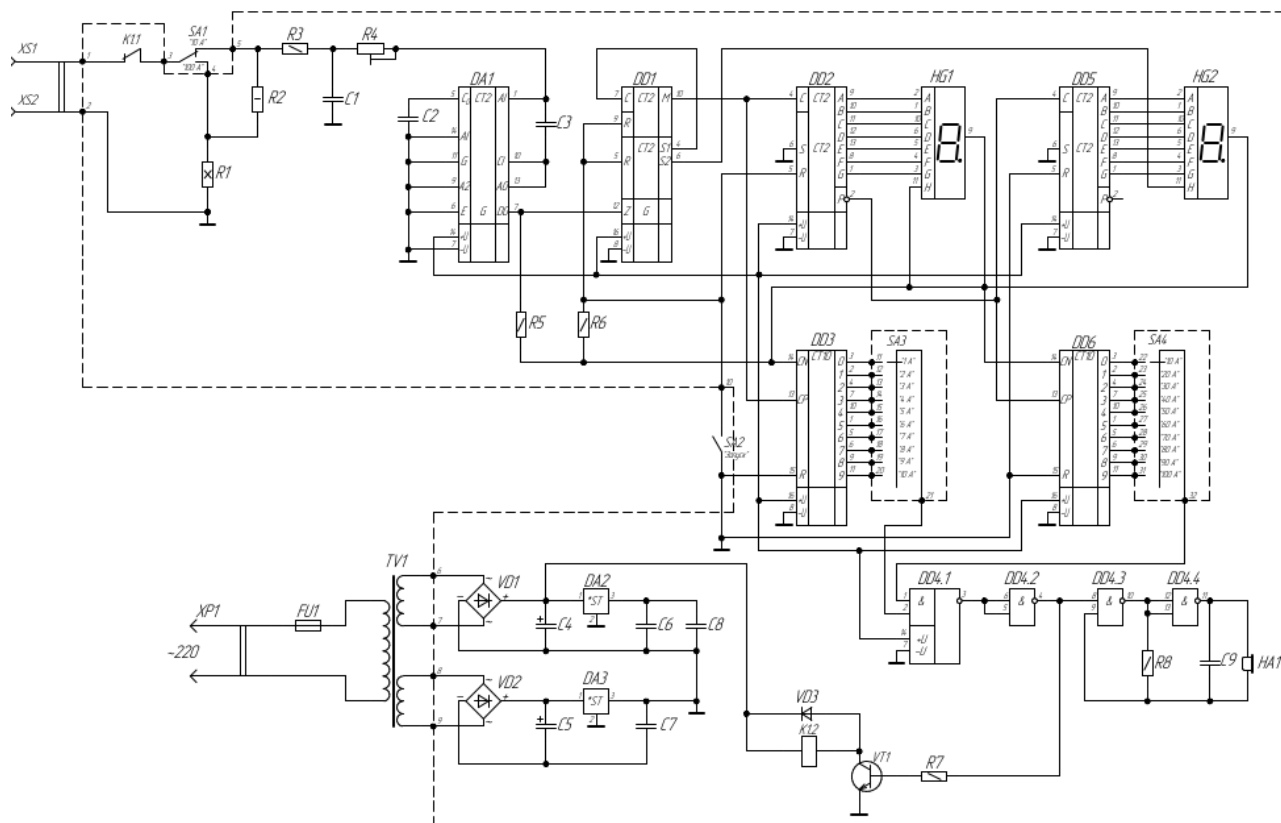


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Сформований імпульсний сигнал надходить на вхід дільника частоти DD1, який зменшує частоту вхідних імпульсів у 1 966 080 разів ($32\,768 \times 60$). Значення коефіцієнтів перетворення та поділу підібрані таким чином, щоб при напрузі 1 В на вході перетворювача імпульси на виході лічильника з'являлися з інтервалом 360 секунд (0,1 години). Це означає, що кожен імпульс відповідає заряду 0,1 А·год при розімкнених контактах тумблера SA1 або 1 А·год при замкнених контактах. Необхідний коефіцієнт перетворення визначається розрахунком і становить приблизно 5461 Гц/В.

Оскільки робоча частота значно перевищує 100 Гц (більше ніж у 50 разів), похибка вимірювання заряду при роботі з пульсуючим струмом після випрямлення є незначною, що підтверджено експериментально.

Підрахунок переданого заряду здійснюється дворозрядним двійково-десятковим лічильником, побудованим на мікросхемах DD2 і DD5, із відображенням результату на цифрових індикаторах HG1 та HG2. Лічильник

може відображати як повні значення ампер-годин, так і їх десяті частини. При цьому десяткова точка індикатора HG1 використовується у режимі «10 А·год», а точка індикатора HG2 блимає під час протікання струму через навантаження, причому частота її блимання зростає зі збільшенням струму.

Для автоматичного вимкнення зарядного пристрою після досягнення заданого значення заряду передбачений установчий вузол. Він складається з лічильників-дешифраторів DD3 і DD6, перемикачів SA3 і SA4, а також логічних елементів DD4.1 і DD4.2. Зміна стану лічильників відбувається по спаду імпульсів, а їх скидання — подачею сигналу високого рівня на відповідний вхід.

Перед початком роботи користувач задає необхідне значення заряду за допомогою перемикачів SA3 і SA4, а також обирає межу вимірювання (10 або 100 А·год) тумблером SA1. Пристрій підключається послідовно в розрив ланцюга навантаження, після чого подається живлення і натискається тумблер «ПУСК» (SA2).

Після проходження через акумулятор заданої кількості заряду на відповідних виходах лічильників з'являється сигнал високого рівня, який через логічний вузол активує два процеси. По-перше, запускається генератор на елементах DD4.3 і DD4.4, що формує звуковий сигнал частотою близько 2 кГц, який подається на випромінювач HA1 і сигналізує про завершення заряджання. По-друге, відкривається транзистор VT1, внаслідок чого спрацьовує реле K1, контакти якого розмикають ланцюг навантаження і припиняють подачу струму. У такому стані пристрій перебуває до повного вимкнення від мережі.

Живлення вимірювача здійснюється від двополярного стабілізатора напруги ± 9 В, реалізованого на мікросхемах DA2 і DA3. Для зниження напруги мережі використовується трансформатор TV1 серії ТПП. Для захисту від перешкод біля кожної мікросхеми встановлено фільтрувальні конденсатори С8.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При напрузі 1 В на вході перетворювача індикатор HG2 сигналізує про наявність струму приблизно кожні 3 секунди. Чим більший струм протікає через навантаження, тим частіше блимає індикатор.

Живлення катодів люмінесцентних індикаторів HG1 і HG2 здійснюється від від'ємного плеча стабілізатора, що дозволяє збільшити різницю потенціалів між анодами і катодом та підвищити яскравість світіння. Оскільки індикатори працюють при зниженій напрузі (меншій за паспортні 20–30 В), їх аноди підключені безпосередньо до виходів лічильників без використання додаткових підсилювальних транзисторів[1].

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів.

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням вимог компактності, зручності монтажу та забезпечення надійної експлуатації. Основним конструктивним елементом є друкована плата розміром 120×85 мм, на якій щільно розміщені всі функціональні компоненти. Елементи розташовані таким чином, щоб мінімізувати довжину з'єднувальних провідників і зменшити вплив паразитних зв'язків. Основні радіoelementи встановлені з одного боку плати, а цифрові індикатори HG1–HG2 — з протилежного, що покращує зручність монтажу та обслуговування.

Конструкція корпусу передбачає розділення на верхню та нижню кришки коритоподібної форми. У верхній частині розміщуються органи керування та індикатори, а також отвори для захисного скла. Силові елементи (трансформатор, мережевий шнур, запобіжник) винесені в нижню частину корпусу для підвищення електробезпеки та зменшення впливу електромагнітних завад на сигнальні ланцюги.

Друкована плата кріпиться до верхньої кришки гвинтовим з'єднанням, що забезпечує жорстку фіксацію та можливість демонтажу при ремонті. Загальна конструкція є ремонтпридатною та технологічною у складанні.

Для виготовлення корпусу доцільно використовувати ударостійкий пластик (наприклад, ABS-пластик або полістирол), який характеризується достатньою механічною міцністю, малою масою та добрими діелектричними властивостями. Застосування пластикового корпусу дозволяє зменшити ризик ураження електричним струмом та спростити технологію виробництва.

Друкована плата виконується на основі склотекстоліту (FR-4), який забезпечує високу механічну міцність, термостійкість і стабільність

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричних параметрів у процесі експлуатації. Провідникові доріжки виготовляються з міді з подальшим захисним покриттям.

Як захисне покриття провідників застосовується лудіння або нанесення захисного лаку, що запобігає окисненню міді та підвищує надійність електричних з'єднань. Для гвинтових з'єднань використовуються металеві елементи (сталь або латунь), що забезпечують високу міцність і довговічність кріплення.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У даному виробі застосовано пластмасовий корпус, який відзначається високими діелектричними властивостями, достатньою міцністю та зручністю у виготовленні. Конструкція корпусу складається з двох основних частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній кришці передбачені отвори для встановлення захисного скла індикатора та органів керування, зокрема перемикачів.

Мережевий шнур, запобіжник FU1 і затискачі XS1 встановлюються між кришками через спеціальні втулки та фіксуються у передбаченому пазі, що забезпечує їх надійне кріплення. Нижня кришка разом з опорними ніжками з'єднується з верхньою за допомогою гвинтів, що надає конструкції необхідної жорсткості та дозволяє багаторазово виконувати складання і розбирання виробу. Друкований вузол закріплюється до верхньої кришки чотирма гвинтами з шайбами, що гарантує його стійкість до механічних навантажень і надійність фіксації. Трансформатор встановлюється на нижній кришці за допомогою гвинтового з'єднання з використанням шайб. Габаритні розміри корпусу становлять 163×135×86 мм.

Під час проєктування друкованого вузла були враховані основні вимоги до компоновання. Забезпечено раціональне розміщення елементів, що дозволило досягти компактності конструкції та зменшити паразитні електричні зв'язки між компонентами, тим самим покращивши технічні характеристики

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрою. Розташування елементів також сприяє зручності монтажу, налаштування та подальшого обслуговування. Друкована плата виконана двосторонньою за комбінованою технологією. Її розміри становлять 120×85 мм і обрані з урахуванням технологічності виготовлення та економічної ефективності.

Плата має просту прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що дозволяє зменшити витрати матеріалів і спростити виробництво. Її геометричні параметри відповідають стандартам, що забезпечує уніфікацію та сумісність із типовими технологічними процесами. Більшість компонентів розміщено з одного боку плати, тоді як індикатори HG1 і HG2 встановлено з протилежного боку.

Монтаж електрорадіоелементів виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами, які встановлюються в наскрізні отвори плати. Після встановлення виводи згинаються, обрізаються в межах контактних площадок і запаюються методом хвильового паяння. Такий спосіб монтажу забезпечує високу надійність електричних з'єднань, щільність компонування та ефективне використання площі плати.

При розміщенні компонентів враховано теплові режими роботи та вимоги електромагнітної сумісності. Передбачено умови для природного охолодження елементів за рахунок конвекції повітря. Напівпровідникові елементи та інтегральні мікросхеми розташовані на безпечній відстані від джерел тепла та сильних електромагнітних полів. Також забезпечено зручний доступ до елементів, які потребують регулювання.

Крок встановлення інтегральних мікросхем обрано з урахуванням щільності монтажу, теплових умов та особливостей електричної схеми. Дотримано необхідні зазори між компонентами, що знижує взаємний вплив і підвищує надійність роботи пристрою. Мікросхеми розміщено на одній стороні плати відповідно до технології монтажу в наскрізні отвори, що забезпечує їх надійне механічне закріплення [21].

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C4,C5
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	2000мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Ресурс роботи	1 000 ... 10 000 годин при номінальних умовах
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

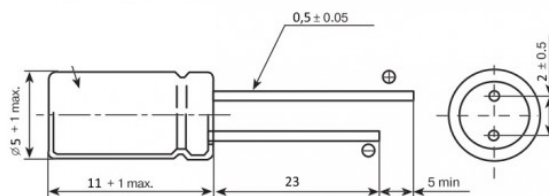


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R3, R5-R8
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схеми
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,25 Вт
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6 \text{ Ом}$
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

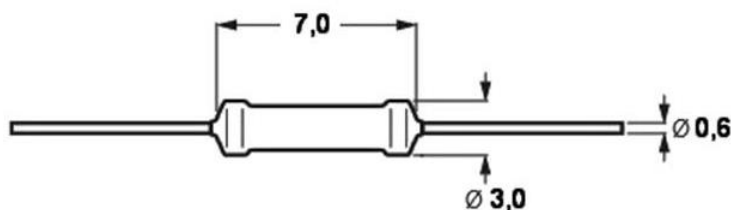


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1-C3,C6....C9
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

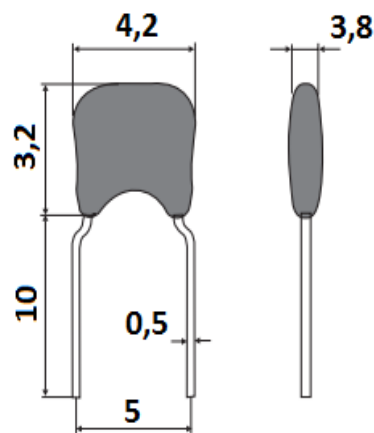


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [5]

Позиційне позначення	DA2, DA3
Назва компонента	Мікросхема L7809ABV
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Вихідна напруга	+9 В (фіксована)
Вихідний струм	до 1.5 А
Точність вихідної напруги	±2 %
Робоча температура	-40...+125 °C
Вхідна напруга	11.5...35 В
Тип	Позитивний лінійний стабілізатор напруги

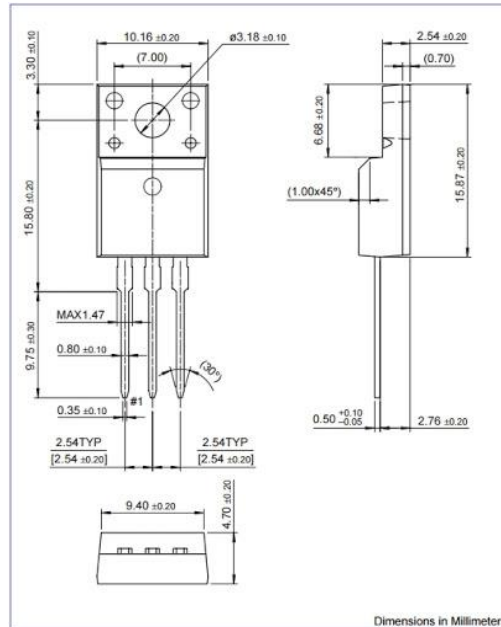


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри стабілізатора 78L05 ABV

Таблиця 2.5 - Резистор 3329H-1 "Bourns" [6]

Позиційне позначення	R4
Назва компонента	Резистор 3329H-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
номінальний опір	22 кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125

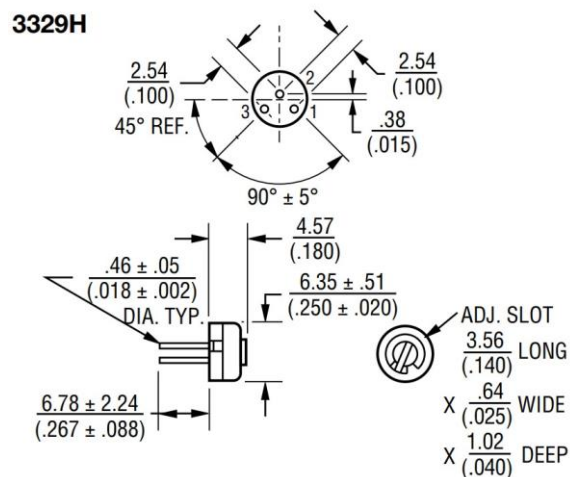


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329H-1

Таблиця 2.6 – Діод 1N4148 "Diotec" [7]

Позиційне позначення	VD3
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

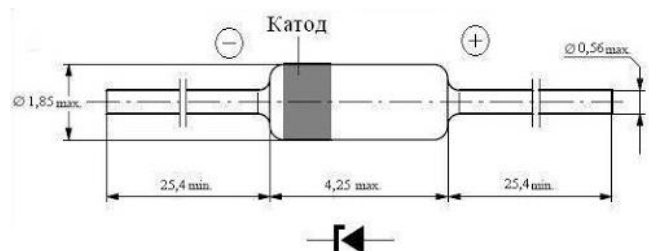


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.7 - Транзистор BC337-16 "LGE" [8]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BC337-16 "LGE"
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0})	45 В
Розсіювана потужність (P_c)	~625 мВт
Температурний діапазон переходу (T_j)	-55...+150 °C
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	100...250
Максимальний струм колектора (I_c)	800 мА
Корпус	TO-92
Гранична частота (f_t)	~100 МГц
Максимальна напруга колектор-база	50 В

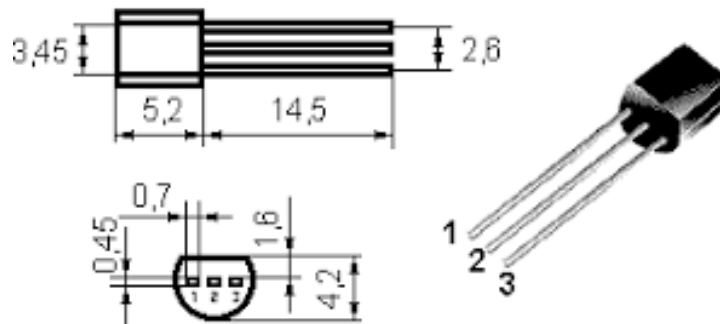


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри транзистора BC337-16 "LGE"

Таблиця 2.8– Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [9]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Зумер SMA-13LC-P10
Виробник	"Sonitron"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	VDC 12
Робоча напруга, VDC	1.5-16
Максимальний струм, мА	8
Мінімальний рівень звукового тиску	85дБ/10см
Резонансна частота, кГц	4.0 ± 0.5
Тип сигналу	безперервний
Робоча температура, °C	-20 ... +70
Вага, г	2

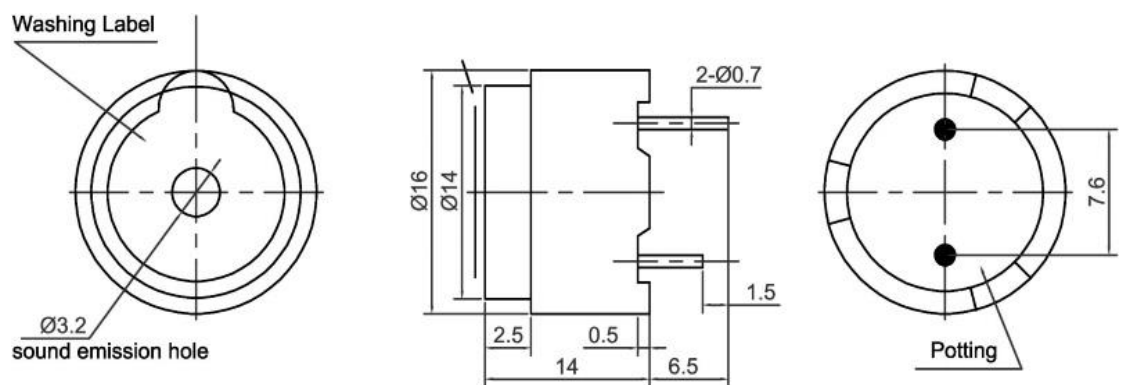


Рисунок 2.8– Габаритні розміри зумера SMA-13LC-P10 "Sonitron"

Таблиця 2.9– Цифровий індикатор HDSP-F501 "Broadcom" [10]

Позиційне позначення	HG1,HG2
Назва компонента	Цифровий індикатор HDSP-F501
Виробник	"Broadcom"
Критерії вибору	Розмір, функції, параметри
Параметри конструкції	Див.рис.2.9
Параметри та характеристики	
Тип	7-сегментний LED індикатор
Висота символу	10 мм
Робоча температура	-40...+85 °C
Колір світіння	Жовтий/Зелений
Конфігурація	Common Anode або Common Cathode
Кількість цифр	1 (single digit)

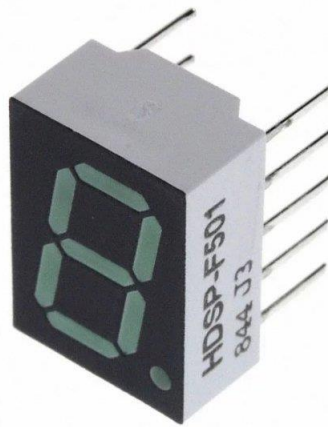


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд цифрового індикатора HDSP-F501

Таблиця 2.10 - Запобіжник RB300-30-3A-250B "ECE" [11]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-3A-250B
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.2.10
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	0,255А
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, C	-60 ... 100

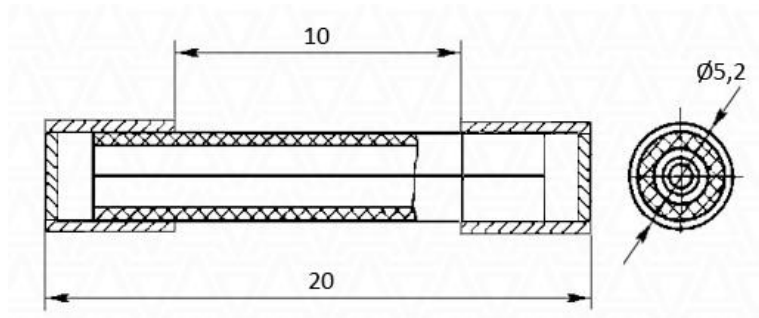


Рисунок 2.10 - Габаритні розміри запобіжника RB300-30-0,255A-250B

Таблиця 2.11 - Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [12]

Позиційне позначення	VD1, VD2
Назва компонента	Діод D2SBA60-7000
Виробник	"Shindengen Electric"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	600 В
Ударний прями́й струм	до 60 А
Пряме падіння напруги	макс. 1.05 В
Струм витоку	макс. 10 мкА
Робоча температура	від -40°C до +150°C.
Корпус	3S
Максимальний середній випрямлений струм	2.0 А

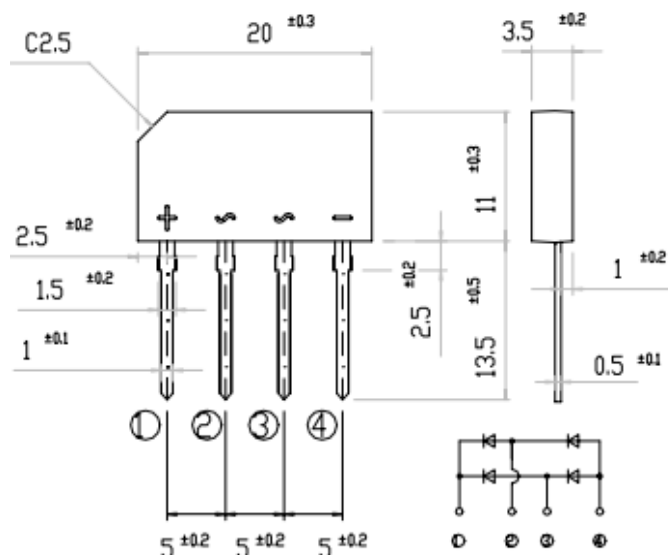


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри діода D2SBA60-7000

Таблиця 2.12 - Реле G5LE1412DC "Omron" [13]

Позиційне позначення	K1
Назва компонента	Реле G5LE1412DC
Виробник	"Omron"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Номинальна напруга	12 В DC
Номинальний струм контактів	10 А
Максимальна комутаційна напруга	250 В AC / 30 В DC
Споживаний струм котушки	~33 мА при 12 В DC
Опір котушки	~360 Ω
Робоча температура	-40...+85 °C
Форма контактів	SPDT (1c) або SPST-NO (1a)

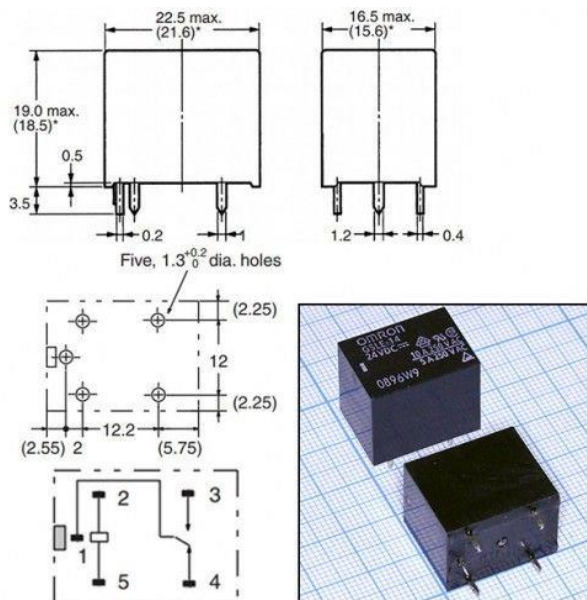


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри реле G5LE1412DC

Таблиця 2.13 - Перемикач ASW-09-102 "Jietong Switch" [14]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач ASW-09-102
Виробник	"Jietong Switch"
Критерії вибору	Розміри, вхідна напруга, вхідний струм
Параметри конструкції	Див.рис.1.13
Параметри та характеристики	
Номинальність	6A, 250В/10A, 125В
Контактний опір	$\leq 50 \text{ мОм}$
Опір ізоляції	$\geq 100 \text{ мОм}$
Діелектрична інтенсивність	$\geq 1500 \text{ В/1 мін}$

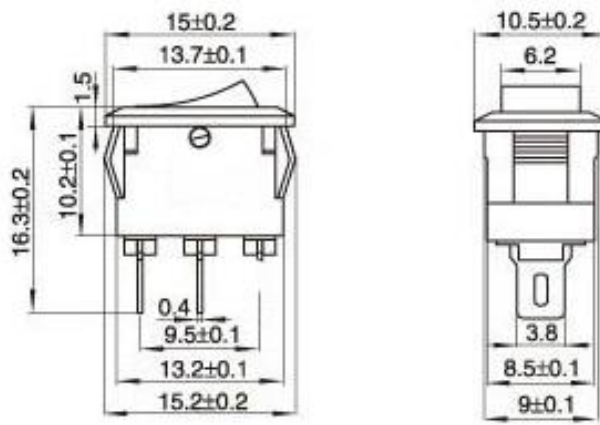


Рисунок 2.13 - Габаритні розміри перемикача ASW-09-102

Таблиця 2.14 - Трансформатор В78386-Р1116-А [15]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерсос
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 2.14
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

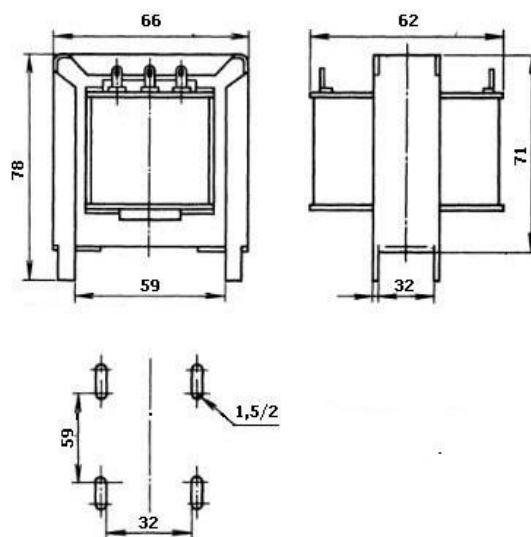


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А

Таблиця 2.15 - Перемикач RS003-2-6-P-20-KQ [16]

Позиційне позначення	SA3, SA4
Назва компонента	Перемикач RS003-2-6-P-20-KQ
Виробник	"Well Buying"
Критерії вибору	Розміри, вхідна напруга, вхідний струм, тип
Параметри конструкції	Див.рис.2.15
Параметри та характеристики	
Тип	Галетний роторний перемикач
Кількість полюсів	2
Кількість положень	6
Номінальний струм контактів	0.3 А
Опір контактів	$\leq 30 \text{ м}\Omega$
Ізоляційний опір	$\geq 500 \text{ МОм}$
Номінальна напруга контактів	125 В АС



Рисунок 2.15– Зовнішній вигляд перемикача RS003-2-6-P-20-KQ

Таблиця 2.16 – Мікросхема VFC320BP "Texas Instruments" [17]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема VFC320BP "Texas Instruments"
Виробник	"Texas Instruments "
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-16
Максимальна частота	до 1 МГц
Живлення:	$\pm 13 \dots \pm 20 \text{ В}$
Робочий діапазон:	$-25 \dots +85 \text{ }^\circ\text{C}$
Тип	Перетворювач напруга $\rightarrow$ частота / частота $\rightarrow$ напруга
Споживаний струм:	до $\sim 7.5 \text{ мА}$

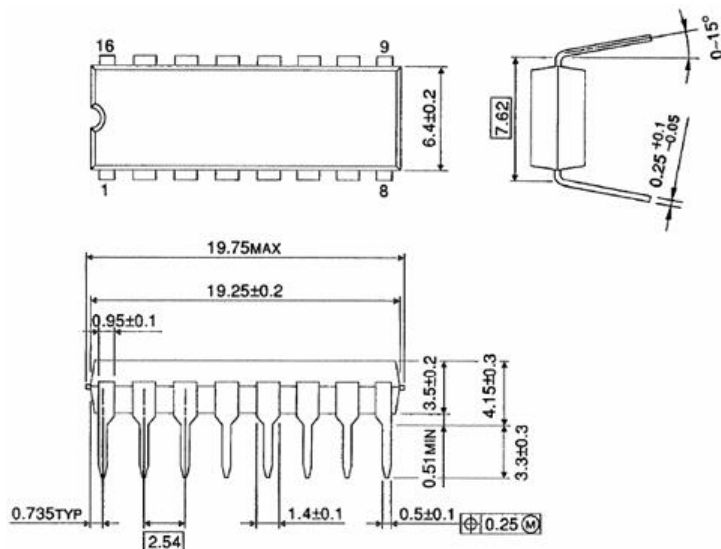


Рисунок 2.16 - Габаритні розміри мікросхеми VFC320BP

Таблиця 2.17 – Мікросхема MM5368 "National Semiconductor" [18]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема MM5368
Виробник	"National Semiconductor"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-16
Функції	Лічильник на 60, дільний на 15
Тип	Двійковий лічильник + дільний частоти
Живлення	9 В ±5 %
Робоча температура	-40...+85 °С
Статична завадостійкість	~0.9 В

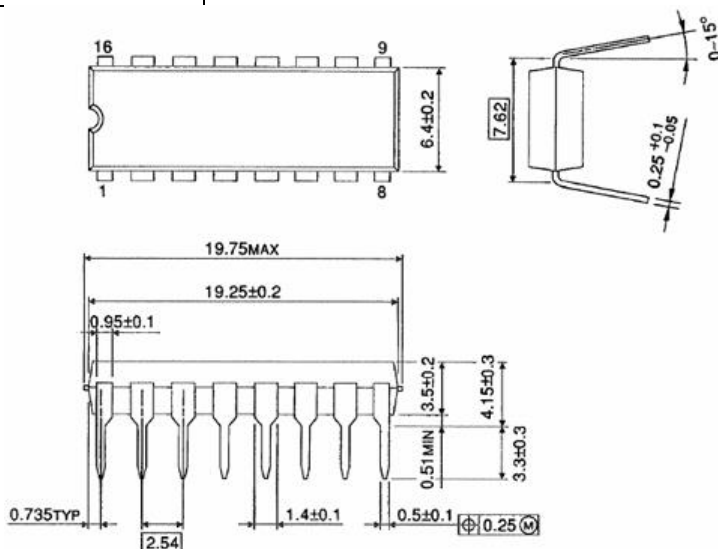


Рисунок 2.17 - Габаритні розміри мікросхеми MM5368

Таблиця 2.18 – Мікросхема CD4026BE "Texas Instruments" [19]

Позиційне позначення	DD2, DD5
Назва компонента	Мікросхема CD4026BE
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-14
Функції	Лічильник на 10
Напруга живлення (Vdd)	3...15 В
Вхідний струм	~1 μ А
Максимальна частота рахунку	~5 МГц при Vdd = 10 В
Робоча температура	-55...+125 °С

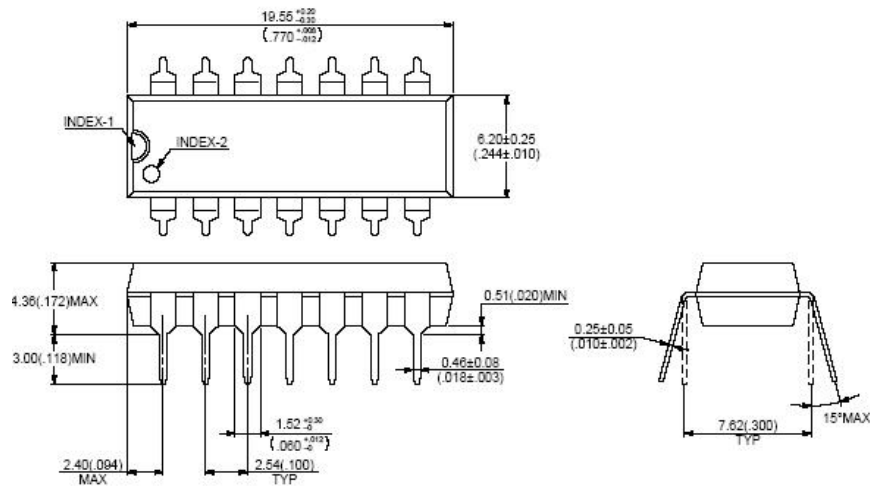


Рисунок 2.18 - Габаритні розміри мікросхеми CD4026BE

Таблиця 2.19 – Мікросхема CD4017BE "Texas Instruments" [20]

Позиційне позначення	DD3, DD6
Назва компонента	Мікросхема CD4017BE
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-16
Функції	Лічильник на 10
Напруга живлення (Vdd)	3...15 В
Вхідний струм (Iin)	$\leq 1 \mu$ А
Робоча температура	-55...+125 °С
Вихідний струм (Iout)	до ± 10 мА
Максимальна частота рахунку	~5 МГц при Vdd = 10 В

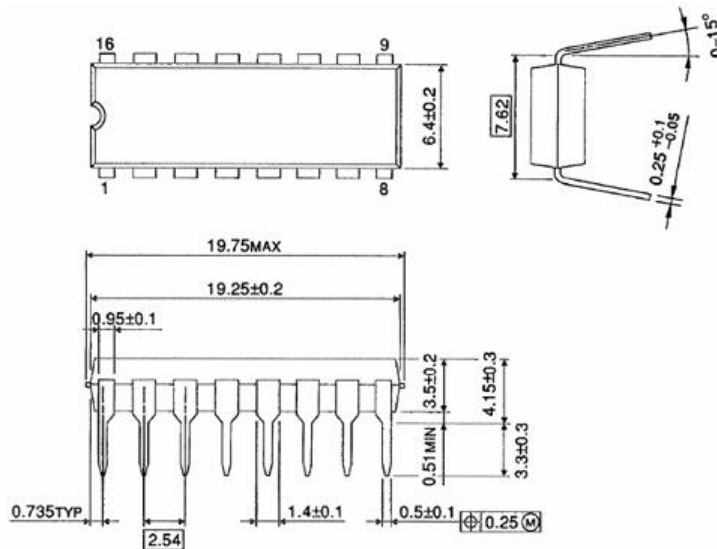


Рисунок 2.19 - Габаритні розміри мікросхеми CD4017BE

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги

$U_{\text{ст вих ном}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{ст вих min}}$, $U_{\text{ст вих max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{н min}}$, $I_{\text{н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{нст}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{п}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{ст}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{ст вих}}$; температурний коефіцієнт γ .

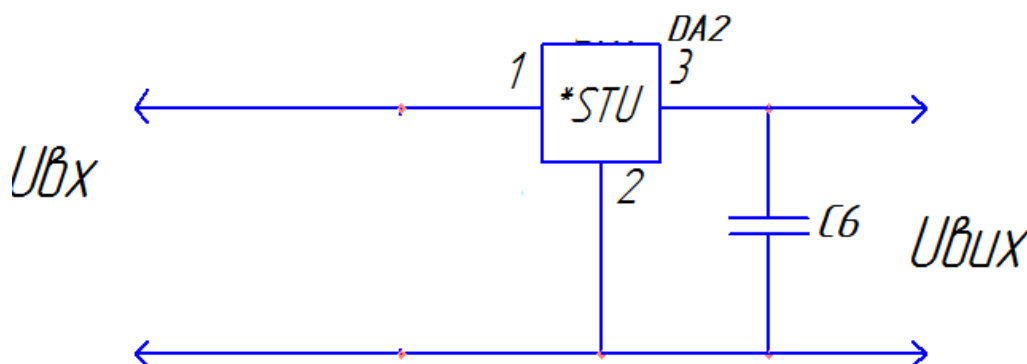


Рисунок 2.20– Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора
Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{ст вих}}$, $I_{\text{ст вих max}}$, $K_{\text{ст}}$, γ ,

$R_{CT\ BIX}$ із рисунка 2.21. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{IMC\ BIX} \geq U_{CT\ BIX}$$

$$I_{IMC\ BIX\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{IMC\ CTU} \geq K_{CTU}$$

Тип ІМС	$U_{CT\ BX},$ В (min... max)	$U_{CT\ BIX},$ В (min... max)	$K_{нстU},$ % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{нстU},$ % $\frac{A}{B}$ не більше за	$K_{CT\ CT},$ дБ на 1кГц не більше за	$\alpha_U,$ % °C не більше за	$I_{CT\ BIX},$ А (max)	$P_{CT\ P01},$ Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{CTCH},$ мА	$U_{CTBЛ},$ В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	~...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6Б	~...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	~...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	~...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 2.21 – Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор L7809ABV "ST Microelectronics", який має параметри такі як в KP142EH1Г.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

$$U_{CT\ BX\ min} \equiv U_{CT\ BIX\ max} + U_{CT\ ПД} \quad (2.1)$$

$$U_{CT BX \min} \equiv 5,1 + 2,5 = 7,6 \text{ В}$$

$$U_{CT BX} \equiv \frac{U_{CT BX \min}}{1 - \alpha_-} \quad (2.2)$$

$$U_{CT BX} \equiv \frac{7,6}{1 - 0,03} = \frac{7,6}{0,997} = 7,62 \text{ В}$$

$$U_{CT BX \max} \equiv U_{CT BX} (1 + \alpha_{(+)}) \quad (2.3)$$

$$U_{CT BX \max} \equiv 7,62(1 + 0,03) = 7,62 + 1,03 = 8,65 \text{ В}$$

де $\alpha(+)$, $\alpha(-)$ – найбільше позитивне та негативне відносне змінювання вхідної напруги.

Можливі граничні значення ККД

$$\eta_{\max} \equiv \frac{U_{CT BX \max}}{U_{CT BX \min}} \quad (2.4)$$

$$\eta_{\max} \equiv \frac{8,65}{7,6} = 1,14$$

$$\eta_{\min} \equiv \frac{U_{CT BX \min}}{U_{CT BX \max}} \quad (2.5)$$

$$\eta_{\min} \equiv \frac{7,6}{8,65} = 0,89$$

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT BIX} \equiv I_{CT BX} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I0}} \quad (2.6)$$

де

C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0} = 0,03 \%$;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{1}{10 \cdot 0,03} = 2,2 (\text{мкФ})$$

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо робочу напругу:

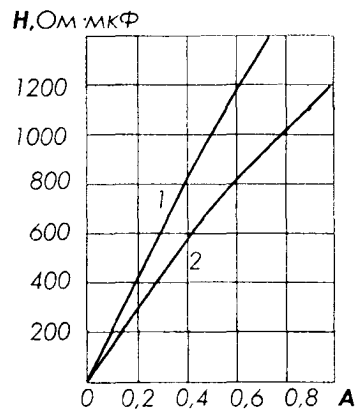


Рисунок 2.23 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (2.7)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 4 = 49(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 ном}$ і $U_{роб}$.

Вибираємо електролітичний конденсатор типу NPO-2,2 мкФ $\pm 5\%$ "Murata" номінальною ємністю 2,2 мкФ та на робочу напругу 50 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [23].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{дон} * t} = \frac{0,5A}{48 \frac{A}{мм^2} * 0,035м} = 0,5мм \quad (2.8)$$

де I_{max} - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max} = 0,5A$;

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ідоп – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.,

$$j_{доп} = 48A/мм^2, t – товщина провідника, 35мкм=0,035м$$

Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом \cdot мм^2}{м} * 0,5A * 0,5м}{0,9В * 0,035м} = 0,5мм \quad (2.9)$$

де: $\rho = 0,0175 Ом \cdot мм^2/м$ – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5м$ – довжина провідника,

$U_{доп} = 2В$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d:

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.10)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{н.в.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,8$ -для мікросхем, конденсаторів, резисторів, діодів, індикаторів;

$d_{E2}=1,0$ – для діода VD1, VD2, мікросхеми DA2, DA3, зумера HA1, резистора R4, R1.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,8 + |\pm 0,1| + 0,2 = 1,1 мм$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,0 + |\pm 0,1| + 0,2 = 1,3 мм$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів; 1,1; 1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5hf + 0,03 \quad (2.11)$$

де: hf – товщина фольги; D_{1min} – мінімальний ефективний діаметр площадки;

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.12)$$

де: b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δd і δp - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta d = 0,25 \text{ мм, } \delta p = 0,4 \text{ мм.}$$

$d_{\max}$ - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.13)$$

де: Δd - допуск на отвір.

$$d_{\max 1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{\max 2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.14)$$

$$D_{\max 1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

де $b_{1\min}$ - мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,15$ мм для плат 4- го класу точності.

$$b_{\min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.16)$$

$$S_{1\min 1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1\min 2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.17)$$

$$S_{2\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.18)$$

$$S_{3\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, діодів, транзисторів, індикаторів.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Тепловий режим роботи проектного виробу визначається сумарними втратами потужності в електронних компонентах та умовами відведення тепла в навколишнє середовище. Оскільки у складі пристрою відсутні елементи з великим тепловиділенням, загальний тепловий баланс є сприятливим і не потребує застосування примусових систем охолодження.

Основним джерелом тепла у виробі є трансформатор та незначні втрати потужності на дискретних елементах і стабілізаторах напруги (за їх наявності). Виділене тепло розсіюється природною конвекцією через корпус пристрою.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція корпусу забезпечує достатній повітрообмін завдяки наявності технологічних зазорів і відсутності герметизації, що сприяє ефективному відведенню тепла.

Розміщення друкованого вузла у верхній частині корпусу, а силового трансформатора — у нижній, дозволяє зменшити тепловий вплив на чутливі електронні компоненти та індикатори. Таке компонування також запобігає локальному перегріву окремих зон плати.

Матеріали корпусу (ударостійкий пластик) мають достатню термостійкість для роботи в діапазоні типових температур експлуатації електронної апаратури. У нормальних умовах експлуатації температура найбільш нагрітих елементів не перевищує допустимих значень, що забезпечує стабільну роботу виробу та довгий термін служби.

Таким чином, тепловий режим проектного виробу є стабільним, а конструктивні рішення забезпечують ефективне природне охолодження без необхідності додаткових засобів тепловідведення.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [22]:

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.20 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-}ст\ddot{y} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	9	1	0,03	0,27
2	Діоди	3	0,35	0,7	0,735
3	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0,96
4	Конденсатори керамічні	8	0,1	1,4	1,12
5	Резистори постійні	7	0,42	0,8	2,352
6	Резистор підстроювальний	1	0,1	3,2	0,32
7	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	248	1	0,02	4,96
10	Реле	1	1	2,2	2,2
11	Індикатор	2	1	40	40
12	Роз'єм	3	1	0,05	0,15
13	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
14	Перемикач	4	1	0,5	2
15	Зумер	1	1	0,79	0,79
16	Транзистор	1	0,35	4	1,4

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $5.9847e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 16709.3 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999402$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994033$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.941909$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.549652$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.002517$

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

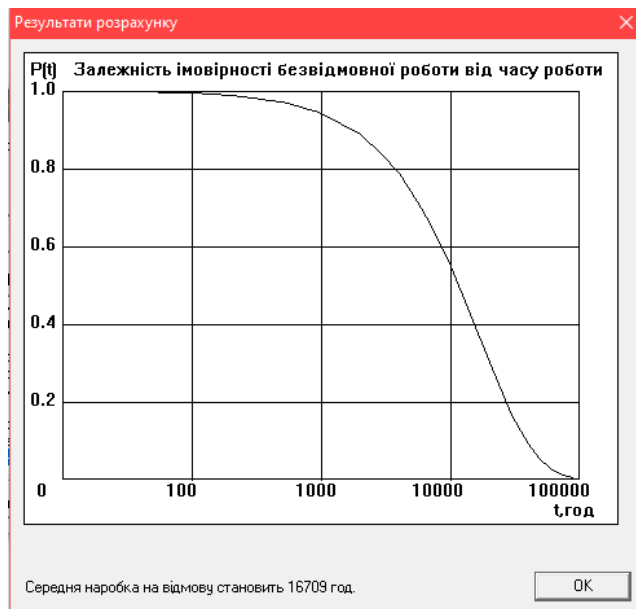


Рисунок 2.23 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 16709 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності:

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконується з метою оцінки доцільності прийнятих конструктивних рішень з точки зору витрат на виготовлення, складання, експлуатацію та ремонт.

Конструкція виробу відзначається високим рівнем технологічності. Використання одностороннього монтажу основних елементів друкованої плати спрощує процес виготовлення та зменшує витрати на складання. Компактні габарити плати 120×85 мм дозволяють зменшити витрати матеріалів та підвищити щільність компонування без погіршення функціональних характеристик.

Корпус виробу складається з двох простих у виготовленні частин коритоподібної форми, що може бути реалізовано методом лиття пластмас у

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стандартні форми. Це знижує собівартість серійного виробництва та забезпечує високу повторюваність геометричних розмірів. Застосування гвинтових з'єднань для складання корпусу та кріплення вузлів дозволяє використовувати стандартні кріпильні елементи, що також зменшує виробничі витрати.

Розділення силових і сигнальних елементів у різних зонах корпусу підвищує надійність виробу та зменшує витрати на можливе усунення несправностей. Ремонтопридатність конструкції забезпечується можливістю багаторазового розбирання без пошкодження елементів корпусу.

Використання доступних і недорогих матеріалів, таких як склотекстоліт для друкованої плати та ударостійкий пластик для корпусу, дозволяє знизити загальну собівартість виробу при збереженні необхідного рівня міцності та електробезпеки.

У результаті аналізу можна зробити висновок, що конструкція виробу є економічно доцільною, технологічною у виробництві та придатною для серійного виготовлення з мінімальними витратами.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 0,5А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,5*220=110 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Конструкція проектного виробу виконана з урахуванням компактного розміщення елементів та зручності монтажу. Друкована плата має мінімальні габарити 120×85 мм, що досягнуто завдяки щільному розташуванню компонентів. Основні елементи встановлені з одного боку плати, тоді як цифрові індикатори HG1–HG2 розміщені з іншого. У конструкції відсутні

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементи з значним тепловиділенням, що спрощує умови експлуатації та монтажу.

Корпус виробу складається з двох частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній частині передбачені отвори для встановлення захисного скла індикаторів і органів керування, зокрема перемикачів. Мережевий шнур, запобіжник FU1 та затискачі XS1 монтуються між кришками через спеціальні втулки та фіксуються у пазах, що забезпечує надійність їх кріплення.

Нижня кришка разом з опорними ніжками з'єднується з верхньою за допомогою гвинтів, що забезпечує жорсткість конструкції та можливість багаторазового складання і розбирання. Друкований вузол кріпиться до верхньої кришки чотирма гвинтами з шайбами, що гарантує його стійкість до механічних навантажень. Трансформатор встановлюється на нижній кришці також за допомогою гвинтового з'єднання з використанням шайб. Загальні габаритні розміри корпусу становлять 163×135×86 мм.

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.

Виготовлення друкованої плати передбачено із застосуванням фольгованого склотекстоліту марки СФ2–35–1,5ІКП відповідно до вимог ГОСТ 10316-78. Для виробництва обрано комбінований позитивний метод, який використовується при виготовленні двосторонніх друкованих плат. Незважаючи на певну складність технології через необхідність металізації отворів, що підвищує собівартість, цей спосіб дозволяє реалізувати складні електричні схеми з високою щільністю монтажу та забезпечує компактність конструкції виробу.

Друкована плата має просту прямокутну форму без складних конструктивних елементів, що полегшує технологічний процес виготовлення та знижує витрати матеріалів. Габаритні розміри 120×85 мм обрані з урахуванням

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічних і економічних вимог. Такі розміри відповідають стандартним пропорціям, що сприяє уніфікації та сумісності з типовими виробничими процесами.

Монтаж радіоелементів здійснюється із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Їх встановлення виконується в наскрізні отвори плати з подальшим фіксуванням шляхом загинання виводів, обрізання та паяння методом хвилі припою. Такий спосіб забезпечує високу надійність електричних з'єднань, достатню механічну міцність і раціональне використання площі плати.

Під час розробки друкованого вузла дотримано основних принципів компоновання. Елементи розміщені з оптимальною щільністю, що дозволило зменшити габарити виробу. При цьому мінімізовано паразитні зв'язки між компонентами, що позитивно впливає на стабільність роботи пристрою та його технічні характеристики. Розташування елементів також враховує зручність складання, налагодження та подальшого обслуговування [33].

Особлива увага приділена тепловому режиму та електромагнітній сумісності. Передбачено умови для природного охолодження за рахунок конвекції повітря. Чутливі компоненти, зокрема мікросхеми, розташовані на безпечній відстані від джерел тепла та можливих електромагнітних завад. Також забезпечено зручний доступ до елементів, що потребують регулювання або технічного обслуговування.

Технологічність конструкції розглядається як сукупність властивостей виробу, що забезпечують мінімальні витрати праці, матеріалів, часу та виробничих ресурсів на всіх етапах життєвого циклу — від проєктування до експлуатації та ремонту — при збереженні необхідної якості. Оцінювання технологічності виконується з метою оптимізації конструкції та зменшення витрат на виготовлення і використання виробу. При цьому проводиться конструктивно-технологічний аналіз, що дозволяє визначити пристосованість виробу до умов виробництва.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якісна оцінка технологічності передбачає обґрунтування вибору матеріалів корпусу і друкованої плати, опис технологічних методів виготовлення, а також застосовуваного обладнання та інструментів. У процесі аналізу визначається також обсяг робіт і перелік технологічних операцій.

Основні етапи виготовлення друкованого вузла включають:

- підготовку радіоелектронних компонентів (комплектацію);
- встановлення та закріплення елементів вручну або із застосуванням напівавтоматичного обладнання;
- монтаж проводів не передбачається, оскільки конструкція не містить гнучких перемичок;
- паяння виконується автоматизованим методом хвилі припою з використанням припою ПОС-61 та флюсу АТІ-120;
- перевірку механічної міцності паяних з'єднань на стендах з імітацією експлуатаційних навантажень;
- візуальний контроль правильності монтажу;
- контроль електричної міцності з'єднань на спеціалізованому обладнанні.

Корпус пристрою виготовляється з литтєвого поліетилентерефталату ПЕТФ-КМ, який має густину 1300–1330 кг/м³, робочий температурний діапазон від –50 до +90 °С та усадку 1,2–1,5%.

Виробництво корпусу, що складається з двох кришок, включає такі етапи:

- проектування та виготовлення прес-форми на верстатах з ЧПК;
- підготовку полімерної сировини;
- лиття деталей у прес-форми через литникову систему;
- охолодження та твердіння матеріалу;
- механічну обробку (видалення литників, свердління отворів тощо);
- контроль якості готових виробів, який виконується шляхом суцільної перевірки.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

Технологія виготовлення двосторонньої друкованої плати ґрунтується на хімічному способі формування провідного рисунка шляхом селективного травлення мідної фольги з обох сторін діелектричної основи. Як базовий матеріал застосовується мідноламінований діелектрик, найчастіше склотекстоліт FR-4, який характеризується високою механічною міцністю, стабільністю розмірів, добрими ізоляційними властивостями та стійкістю до температурних впливів. Наявність провідних доріжок на обох шарах дозволяє підвищити щільність монтажу та зменшити габарити виробу.

Провідним шаром слугує мідна фольга товщиною 18 або 35 мкм, що наноситься на обидві сторони діелектрика в промислових умовах методом ламінування. Мідь забезпечує необхідні електричні характеристики та механічну міцність провідників. Для формування топології схеми використовується захисний шар фоторезисту, який може бути рідким фотолаком або сухою плівкою. У навчальних умовах інколи застосовують спрощені методи, наприклад термотрансфер або маркерне нанесення, однак для двосторонніх плат найчастіше використовується фотолітографія завдяки високій точності.

Технологічний процес починається з підготовки поверхні плати, що включає очищення міді від оксидів і забруднень механічним способом та знежирення. Далі на обидві сторони наноситься фоторезист, після чого виконується експонування через фотошаблони окремо для верхнього і нижнього шарів. Після проявлення утворюється захищений рисунок майбутніх провідників.

Наступним етапом є хімічне травлення, під час якого незахищена мідь видаляється у розчинах хлорного заліза, персульфату амонію або інших травильних середовищах. У результаті формуються провідні доріжки відповідно до електричної принципової схеми. Для забезпечення електричного

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з'єднання між шарами застосовуються металізовані отвори або перехідні з'єднання (via), які виготовляються методом хімічної металізації або шляхом встановлення дровових перемичок у спрощених технологіях.

Після завершення травлення фоторезист видаляється, після чого плата промивається та висушується. Для захисту міді від окиснення та підвищення надійності застосовується фінішна обробка поверхні, яка може включати лудіння контактних майданчиків або нанесення захисних покриттів, таких як паяльна маска та фінішні покриття типу HASL, а також у промислових умовах — хімічне нікелювання з іммерсійним золотом.

До основних матеріалів належать склотекстоліт FR-4 як основа, мідна фольга як провідний шар, фоторезист як захисне покриття, а також травильні розчини (хлорне залізо, персульфат амонію тощо). Додатково використовуються знежирювачі (ізопропіловий спирт, ацетон), промивна вода, абразивні матеріали для підготовки поверхні, а також засоби фінішної обробки — лаки, паяльна маска та припій.

Таким чином, застосована технологія виготовлення двосторонньої друкованої плати забезпечує отримання компактної та надійної конструкції з високою щільністю монтажу, покращеними електричними характеристиками та підвищеною функціональністю виробу [18].

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності K , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

Коефіцієнт використання мікросхеми $K_{\text{вик.імс}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{9}{9 + 34} = 0,22 \quad (2.20)$$

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу $K_{A.M}$ виробу визначається за формулою:

$$K_{A.M} = \frac{H_{A.M}}{H_M} = \frac{220}{228} = 0,96 \quad (2.21)$$

де $H_{A.M}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

H_M – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу $K_{M.П.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{32}{34} = 0,94 \quad (2.22)$$

де $H_{M.П.ЕРЕ}$ кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів $K_{ПОВТ.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{34}{34} = 0 \quad (2.23)$$

де $H_{ЕРЕ}$ – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів $K_{ЗАСТ.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{8}{34} = 0,76 \quad (2.24)$$

де $H_{Т.ОР.ЕРЕ}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

$H_{Т.ЕРЕ}$ – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{ВСТ.Р}$ визначається за формулою:

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{BCT.P} = 1 - \frac{H_{BCT.P}}{H_{EFE}} = 1 - \frac{34}{34} = 0 \quad (2.25)$$

де $H_{BCT.P}$ кількість видів встановлених розмірів EFE у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення K_ϕ деталей визначається за формулою:

$$K_\phi = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.26)$$

де D_{np} – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,22*1 + 0,96*1 + 0,94*0,75 + 0*0,5 + 0,76*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,59 \quad (2.27)$$

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника K до комплексного нормативного показника K_n , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на

підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу $K_n = 0,5$.

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.28)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,59}{0,5} = 1,16 \geq 1.$

З відношення бачимо що дана умова виконується, отже виріб вважається технологічним.

2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- установка трансформатора у нижню частину корпусу;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою двох гвинтів;
- кріплення скла під індикатор та перемикачів;
- кріплення шнура, зажимів, запобіжника між двома кришками;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів та кріплення ніжок [25].

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла включає в себе наступні кроки:

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

Для реалізації проектних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій для їх здійснення. Обсяг інвестицій складається з вартості основних фондів за групами та витрат, пов'язаних з їх придбанням і вводом в експлуатацію.

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; приймається –1500грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \times S_{\text{буд}}, \quad (3.1)$$

$$V_{\text{буд}} = 1500 \times 100 = 150000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}}$ - вартість будівлі, грн.;

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1м² будівлі, грн./м²;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 100м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тому їх вартість слід збільшити на 40-60%, тобто :

$$V_{\text{буд}\Sigma} = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}}, \quad (3.2)$$

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 150000 + 75000 = 225000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}\Sigma}$ - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$V_{\text{обл}}$ – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{буд}} \cdot K_o, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{обл}} = 150000 \cdot 0,5 = 75000 \text{ (грн.)}$$

де K_o – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_o=0,5$).

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1, \quad (3.4)$$

$$V_{\text{інстр}} = 75000 \times 0,02 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($V_{\text{інв}}$) складає 3% від вартості обладнання. При цьому витрати на його доставку приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю розраховується за формулою:

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \times 0,03 \times 1,1, \quad (3.5)$$

$$V_{\text{інв}} = 75000 \times 0,03 \times 1,1 = 2475 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$\Pi = V_{\text{буд}\Sigma} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (3.6)$$

$$\Pi = 225000 + 1650 + 2475 = 229125 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \times H_a}{100}, \quad (3.7)$$

$$A = \frac{4125 \times 25}{100} = 1031,25 \text{ (грн.)}$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами 3.4– 3.5 в тому випадку, коли будівлі орендують разом з обладнанням);

H_a - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів і становить: для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%).

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в табл. 3.1

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	4125	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

Собівартість продукції як економічна категорія є грошовим виразом витрат на її виробництво та реалізацію. При розрахунку собівартості всі витрати групуються за калькуляційними статтями. При цьому перелік статей калькуляції повинен відповідати переліку, прийнятому на конкретному підприємстві. В загальному вигляді калькуляція собівартості продукції включає такі статті витрат:

1. Сировина і матеріали.
2. Енергія технологічна.
3. Заробітна плата виробничих робітників (основна і додаткова).
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Утримання та експлуатація машин і механізмів.
6. Загальновиробничі витрати.

Виробнича собівартість

7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.
9. Інші операційні витрати.

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції визначають за формулою:

$$B_M = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \times C_{mi}) \times K_{тр} \quad (3.8)$$

$$B_M = 754,08 \times 1,04 = 784,25 \text{ (грн.)}$$

де т — кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

H_{mi} — норма витрат і-го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

C_{mi} — ціна придбання і-го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

$K_{тр}$ - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $K_{тр}=1.04$). Розрахунки слід звести в табл.3.2

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	9	20	180
5	Конденсатори електролітичні	2	10	20
6	Конденсатори постійні	7	1	7
7	Резистори постійні	6	2,35	14,08
8	Індикатор	2	25	50
9	Трансформатор	1	100	100
10	Кнопка	4	20	80
11	Роз'єм	2	20	40
12	Транзистор	1	23	23
13	Діоди	3	5	15
				754,08

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства (див. п.6).

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{о.з.пл.}$):

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{\text{від}} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\text{шт.}i}}{60} \times C_{\text{г}}, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{від}} = \frac{30}{60} \times 220 = 110 (\text{грн})$$

де $t_{\text{шт.}i}$ – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);

$C_{\text{г}}$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.3.3

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт.}}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}})$, грн/год
1	Пайка	12	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	30		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($B_{\text{дод.з.пл.}}$):
приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11 \quad (3.10)$$

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 110 \times 0,11 = 12,1 (\text{грн})$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ($C_{\text{в.с.з.}}$) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + B_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.11)$$

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (110 + 12,1) = 26,86 \text{ (грн)}$$

де α - відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів є комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо. Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу. Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховуються за формулою:

$$V_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.12)$$

$$V_{\text{уео}} = \frac{85}{100} \times (110 + 12,1) = 103,79 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 85%);

7) Витрати за статтею “ Загальновиробничі витрати ” також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{зв}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.13)$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{110}{100} \times (110 + 12,1) = 134,31 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 110%).

7. Разом виробнича собівартість ($S_{\text{вир}}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-6.

$$S_{\text{вир}} = V_{\text{м}} + (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}}) + V_{\text{уео}} + V_{\text{зв}} \quad (3.14)$$

$$S_{\text{вир}} = 784,25 + (110 + 12,1 + 25,86) + 103,79 + 134,31 = 1170,31 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	784,25
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	110,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Відрахування на соціальні заходи	25,86
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	103,79
6	Загальновиробничі витрати	148,96
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1170,31
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	917,56
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	252,75

8. Ціна одиниці продукції(одного виробу) розраховується за формулою:

$$Ц_{одпр} = S_{пов} \times \frac{100 + \alpha_{пр}}{100} \quad (3.15)$$

$$Ц_{одпр} = 1170,31 \times \frac{100 + 32}{100} = 1544,81 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 32%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\Pi_p = (Ц_{одпр} - S_{пов.}) \times N_p, \quad (3.16)$$

$$\Pi_p = (1544,81 - 1170,31) \times 1100 = 411950 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Π_p - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{одпр}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{пов}$ - собівартість одиниці продукції, грн.;

N_p - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \times \frac{\Pi_p}{100}, \quad (3.17)$$

$$\text{ЧП} = 411950 - 411950 \times \frac{18}{100} = 337799 \text{ (грн.)}$$

де ЧП - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

Π_p - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{повq} = S_{пов} \times N_p \quad (3.18)$$

$$S_{повq} = 1170,31 \times 1100 = 1287341 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_{п} = \frac{\text{ЧП}}{S_{повq}} \times 100\% \quad (3.19)$$

$$P_{п} = \frac{337799}{1287341} \times 100\% = 26,24 \%$$

де $P_{п}$ - рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$ - собівартість всього виробництва, грн.

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою:

$$\Gamma\Pi = \text{ЧП}_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$\Gamma\Pi = 337799 + 1031,25 = 338830,25 \text{ (грн.)},$$

де $\Gamma\Pi_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

6) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

$$\text{ЧТВ} = \text{ТВ} - \text{ПІ} \quad (3.21)$$

$$\text{ЧТВ} = 285026,58 - 229125 = 55901,58 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$\text{ТВ} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{ГП}_t}{(1+r)^t} \quad (3.22)$$

$$\text{ТВ} = \frac{338830,25}{(1 + 0,1)^1} = 308027,5 \text{ (грн.)}$$

де ГП_t- грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу (r = 0,1-0,2);

n - кількість років інвестування, t = 1,2, ... ,n (приймається з розрахунку виконання умови ТВ>ПІ).

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$\text{ІП} = \frac{\text{ТВ}}{\text{ПІ}} \quad (3.23)$$

$$\text{ІП} = \frac{308027,5}{229125} = 1,34$$

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

Проект, який має індекс прибутковості більший за одиницю, схвалюється як прибутковий, а якщо цей індекс менший за одиницю - відхиляється.

Дисконтований термін окупності інвестицій($T_{ок_{диск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$T_{ок_{диск}} = \frac{II}{GP_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{229125}{308027,5} = 0,74р$$

де $GP_{диск}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$GP_{диск} = \frac{TB}{t}, \quad (3.25)$$

$$GP_{диск} = \frac{308027,5}{1} = 308027,5 \text{ (грн.)}$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

Таблиця 3.5 - Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1100
2	Собівартість виробу	грн./од.	1170,31
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1544,81
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	337799
6	Рентабельність виробу	%	26,24
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	55901,58
9	Індекс прибутковості	-	1,34
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,74

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Інструкції з охорони праці, їх поділ

Інструкції з охорони праці є важливим елементом системи управління охороною праці на підприємстві. Вони встановлюють обов'язкові для виконання вимоги безпеки під час виконання робіт, користування обладнанням, перебування на робочому місці, а також визначають правила поведінки працівників у небезпечних ситуаціях. Саме інструкції забезпечують практичну реалізацію законодавчих та нормативних вимог у сфері охорони праці на рівні конкретного підприємства.

Інструкції з охорони праці розробляються на основі чинного законодавства України, державних стандартів, правил безпеки, санітарних норм, а також з урахуванням специфіки діяльності підприємства, умов праці та використовуваного обладнання. Вони затверджуються роботодавцем або уповноваженою особою і є обов'язковими для виконання всіма працівниками без винятку.

Основною метою інструкцій з охорони праці є запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, аваріям та іншим небезпечним подіям. Вони також сприяють формуванню у працівників відповідального ставлення до власної безпеки та безпеки оточуючих.

Зміст інструкцій, як правило, має чітко визначену структуру. У більшості випадків вони включають такі розділи: загальні положення, вимоги безпеки перед початком роботи, вимоги безпеки під час виконання роботи, вимоги безпеки після закінчення роботи та вимоги безпеки в аварійних ситуаціях. Така структура дозволяє системно викласти правила безпечної поведінки на всіх етапах трудового процесу.

У розділі «Загальні положення» зазначаються основні вимоги до працівника, його права та обов'язки, а також умови допуску до роботи. Тут

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть бути визначені вимоги щодо проходження медичних оглядів, навчання, інструктажів, використання засобів індивідуального захисту.

Розділ «Вимоги безпеки перед початком роботи» містить перелік дій, які працівник повинен виконати перед початком роботи: перевірка справності обладнання, інструментів, засобів захисту, підготовка робочого місця.

У розділі «Вимоги безпеки під час роботи» визначаються правила безпечного виконання робіт, порядок користування обладнанням, заборонені дії, а також заходи щодо запобігання небезпечним ситуаціям.

Розділ «Вимоги безпеки після закінчення роботи» включає правила вимкнення обладнання, прибирання робочого місця, здачі інструментів та повідомлення про виявлені недоліки.

У розділі «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях» описуються дії працівника у разі виникнення пожежі, аварії, нещасного випадку або інших небезпечних ситуацій.

Інструкції з охорони праці поділяються за кількома ознаками. Найбільш поширеним є поділ за сферою застосування. За цією ознакою виділяють типові та місцеві інструкції. Типові інструкції розробляються на державному або галузевому рівні і мають рекомендаційний характер. Вони є основою для створення місцевих інструкцій на підприємстві. Місцеві інструкції розробляються безпосередньо на підприємстві з урахуванням конкретних умов праці.

Іншим важливим критерієм є поділ за професіями та видами робіт. Відповідно до цього виділяють:

- інструкції для окремих професій (наприклад, для електромонтера, зварювальника, оператора верстатів);
- інструкції для окремих видів робіт (наприклад, роботи на висоті, роботи з електроінструментом, вантажно-розвантажувальні роботи).

Такий поділ дозволяє максимально точно врахувати специфіку виконуваних робіт і забезпечити належний рівень безпеки.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існує також поділ інструкцій за характером їх дії. За цією ознакою вони можуть бути постійними та тимчасовими. Постійні інструкції діють безстроково або протягом визначеного періоду до їх перегляду. Тимчасові інструкції розробляються для виконання разових або тимчасових робіт, а також у разі впровадження нових технологій або обладнання.

Ще одним критерієм поділу є рівень затвердження. Інструкції можуть бути затверджені керівником підприємства або керівниками структурних підрозділів у межах їх повноважень. Водночас усі інструкції повинні відповідати вимогам чинного законодавства.

Важливим аспектом є порядок розроблення, погодження та перегляду інструкцій. Вони розробляються службою охорони праці або відповідальними спеціалістами, погоджуються з профспілкою (за її наявності) та затверджуються керівником підприємства. Перегляд інструкцій здійснюється не рідше одного разу на 3–5 років або у разі зміни умов праці, технології, обладнання чи законодавства.

Ознайомлення працівників з інструкціями є обов'язковим. Кожен працівник повинен бути ознайомлений з інструкцією під підпис перед початком роботи. Крім того, інструкції використовуються під час проведення інструктажів з охорони праці.

Особливе значення має контроль за дотриманням вимог інструкцій. Порушення інструкцій може призвести до нещасних випадків, аварій, травмування працівників, а також до притягнення винних осіб до дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності.

Інструкції з охорони праці є не лише формальним документом, а й важливим інструментом забезпечення безпеки праці. Їх ефективність залежить від якості розроблення, актуальності, доступності для працівників та рівня контролю за їх виконанням.

Підсумовуючи, можна зазначити, що інструкції з охорони праці відіграють важливу роль у системі забезпечення безпечних умов праці. Вони

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначають конкретні вимоги безпеки для працівників, враховують особливості виробничого процесу та сприяють запобіганню травматизму. Їх поділ за різними ознаками дозволяє систематизувати вимоги та забезпечити їх ефективне застосування на практиці.

4.2 Робоча загальнообмінна штучна вентиляція.

Штучна (механічна) вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати тощо), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрозабір у найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами.

При штучній вентиляції повітрообмін здійснюється внаслідок різниці тисків, що створюється вентилятором. Вона застосовується в тих випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатні для постійного (протягом року) використання аерації, або коли кількість чи токсичність шкідливих речовин, які виділяються у повітря приміщення є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища.

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною. Остання повинна передбачатися у виробничих приміщеннях, де можливе раптове надходження у повітря значної кількості шкідливих чи вибухонебезпечних речовин. Аварійна вентиляція повинна вмикатись автоматично при досягненні граничної концентрації небезпечних виділень і забезпечувати швидке їх вилучення із приміщення. Як правило, аварійна вентиляція повинна забезпечувати 8—12-кратний повітрообмін за годину в приміщенні.

Робоча вентиляція може бути загальнообмінною, місцевою чи комбінованою.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони приміщення. Вона застосовується для видалення надлишкового тепла при відсутності токсичних виділень, а також у випадках, коли характер технологічного процесу та особливості виробничого устаткування виключають можливість використання місцевої витяжної вентиляції.

Розрізняють чотири основні схеми організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції: зверху вниз, зверху вверх, знизу вверх, знизу вниз.

Схеми зверху вниз (рис. 4.1, а) та зверху вверх (рис. 4.1, б) доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони нагрівається за рахунок повітря приміщення. Інші дві схеми (рис. 4.1, в та 4.1, г) рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища за температуру внутрішнього повітря.

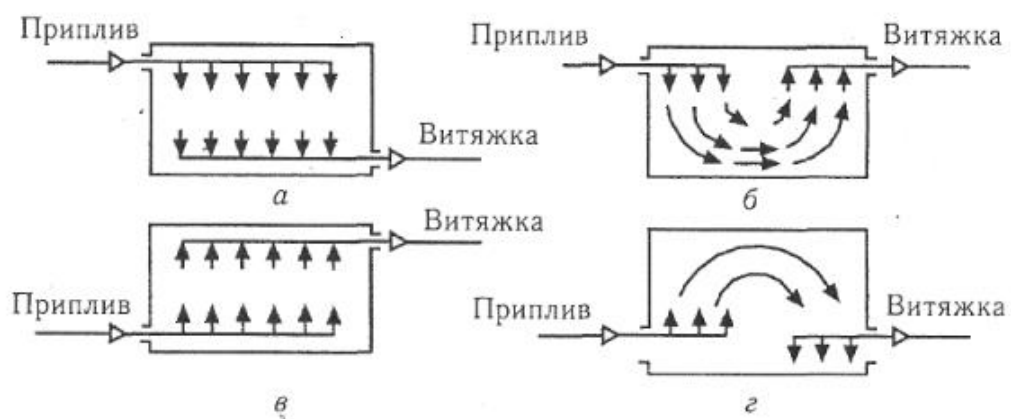


Рисунок 4.1 - Схема організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари з густиною, що перевищує густину повітря (наприклад, пари кислот, бензину, гасу тощо), то загальнообмінна вентиляція повинна забезпечити видалення 60% повітря з

нижньої зони приміщення та 40% — з верхньої. Якщо густина газів менша за густину повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

Загальнообмінна штучна вентиляція може бути припливною, витяжною чи припливно-витяжною.

Припливна загальнообмінна вентиляція забезпечує подачу чистого зовнішнього повітря у приміщення. При цьому видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні отвори, фрамуги, дефлектори. Даний вид механічної вентиляції застосовується у виробничих приміщеннях зі значним тепловиділенням і низькою концентрацією шкідливих речовин. Схема припливної механічної вентиляції (рис. 4.2) включає: повітрозабірний пристрій 1; фільтр для очищення повітря 2; повітронагрівач (калорифер) 3; вентилятор 5; мережу повітроводів 4 та припливних патрубків з насадками 6. Якщо немає необхідності підігрівати припливне повітря, то його пропускають безпосередньо у виробничі приміщення через обвідний канал 7.

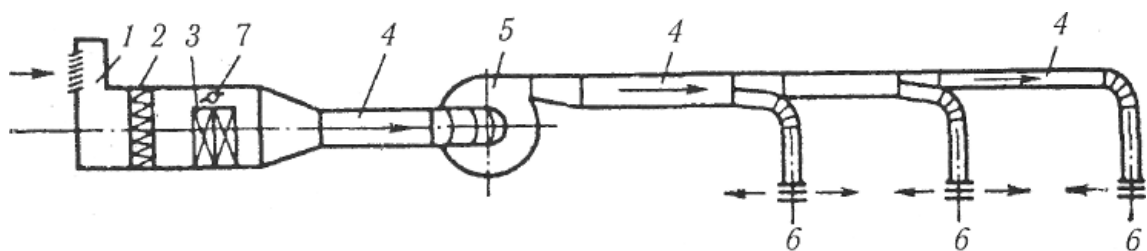


Рисунок 4.2- Схема припливної вентиляції

Повітрозабірні пристрої необхідно розташовувати в місцях, де повітря не забруднене пилом та газами. Вони повинні знаходитись не нижче 2 м від рівня землі, а від викидних каналів витяжної вентиляції по вертикалі — нижче 6 м і по горизонталі — не ближче 25 м.

Припливне повітря подається в приміщення, як правило, розсіяним потоком для чого використовуються спеціальні насадки.

Витяжна загальнообмінна вентиляція застосовується у виробничих приміщеннях, в яких відсутні шкідливі речовини, а необхідна кратність повітрообміну є невеликою, а також у допоміжних, побутових та складських

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщеннях. Витяжна вентиляція (рис. 4.3) складається із очисного пристрою 1, вентилятора 2, центрального 3 та відсмоктувальних повітроводів 4.

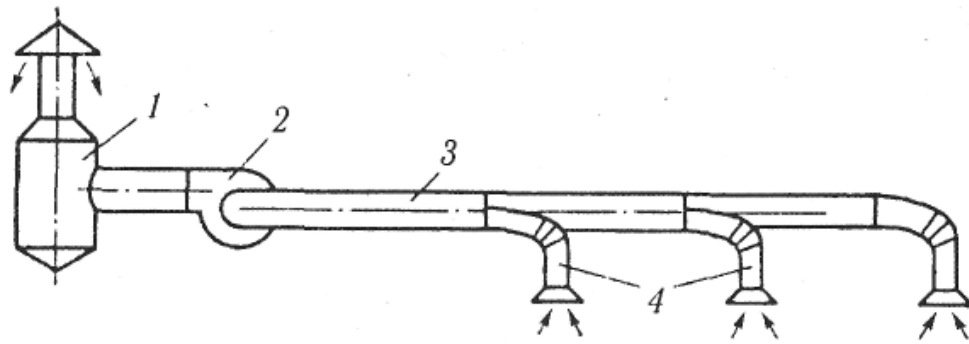


Рисунок 4.3. Схема витяжної вентиляції

Повітря після очищення необхідно викидати на висоті не менше ніж 1 м над гребнем даху. Забороняється робити викидні отвори безпосередньо у вікнах.

Припливно-витяжна загальнообмінна вентиляція застосовується у приміщеннях, в яких необхідно забезпечити підвищений та надійний повітрообмін. При цьому виді механічної вентиляції у виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу витяжка повинна бути на 10% більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

В системі припливно-витяжної вентиляції можливе використання не лише зовнішнього повітря, але й повітря самих приміщень після його очищення. Таке повторне використання повітря приміщень називається рециркуляцією і здійснюється в холодний період року для економії тепла, що витрачається на підігрівання припливного повітря. Однак можливість рециркуляції обумовлюється цілою низкою санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог.

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 120×95мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Корпус має такі розміри 163x135x86, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

В технологічній частині курсового проекту була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

Було виготовлено чотири креслень для розробки пристрою: електрична структурна схема, електрична принципова схема, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу. Для оформлення креслень була використана програма графічного моделювання КОМПАС-3D.

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).

2. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.02.2026).

3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod. (дата звернення 3.02.2026).

4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

5. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

6. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

7. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporozhec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacy-n-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesy-noyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).

8. Транзистор BC337-16 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

9. Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Цифровий індикатор HDSP-F501 "Broadcom" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).

11. Запобіжник RB300-30-3A-250B "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

12. Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

13. Реле G5LE1412DC "Omron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026). Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

14. Перемикач ASW-09-102 "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).

15. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

16. Перемикач RS003-2-6-P-20-KQ [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

17. Мікросхема VFC320BP "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

18. Мікросхема MM5368 "National Semiconductor" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Мікросхема CD4026BE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

20. Мікросхема CD4017BE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).

21. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

22. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2026).

23. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

24. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

25. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

26. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

27. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

28. Програма для розробки корпусу "Компас 3D" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

30. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

31. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

32. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

33. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

34. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:–Дніпро: «Гарант СВ», 2021.- 243с.

35. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

36. Денисюк В.О., Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.

37. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWl

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZlQwY0ZlM3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

38. Магро В. І., Рябчій В. Д., Гусєв О. Ю. Вимірювання сигналів у радіотехніці: навч. посіб. Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 191 с.

39. Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації : навчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 332 с.

40. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 220 с.

41. Дипломне проектування URL:
<https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

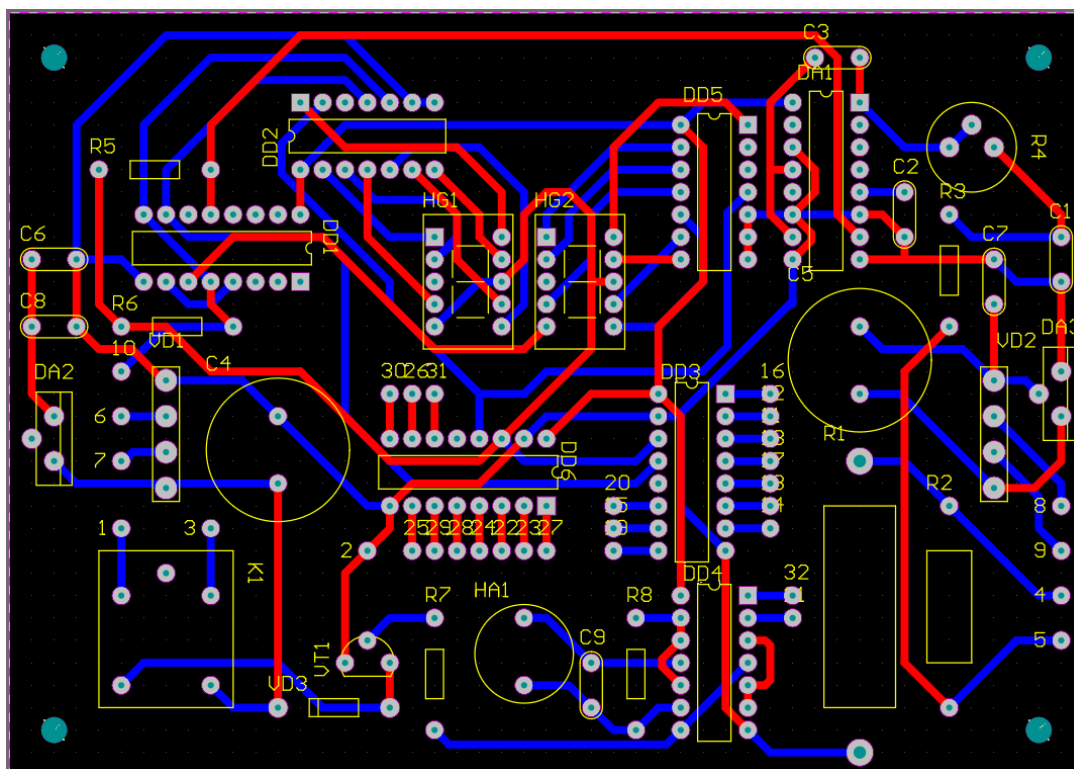


Рисунок А.1 – Друкована плата

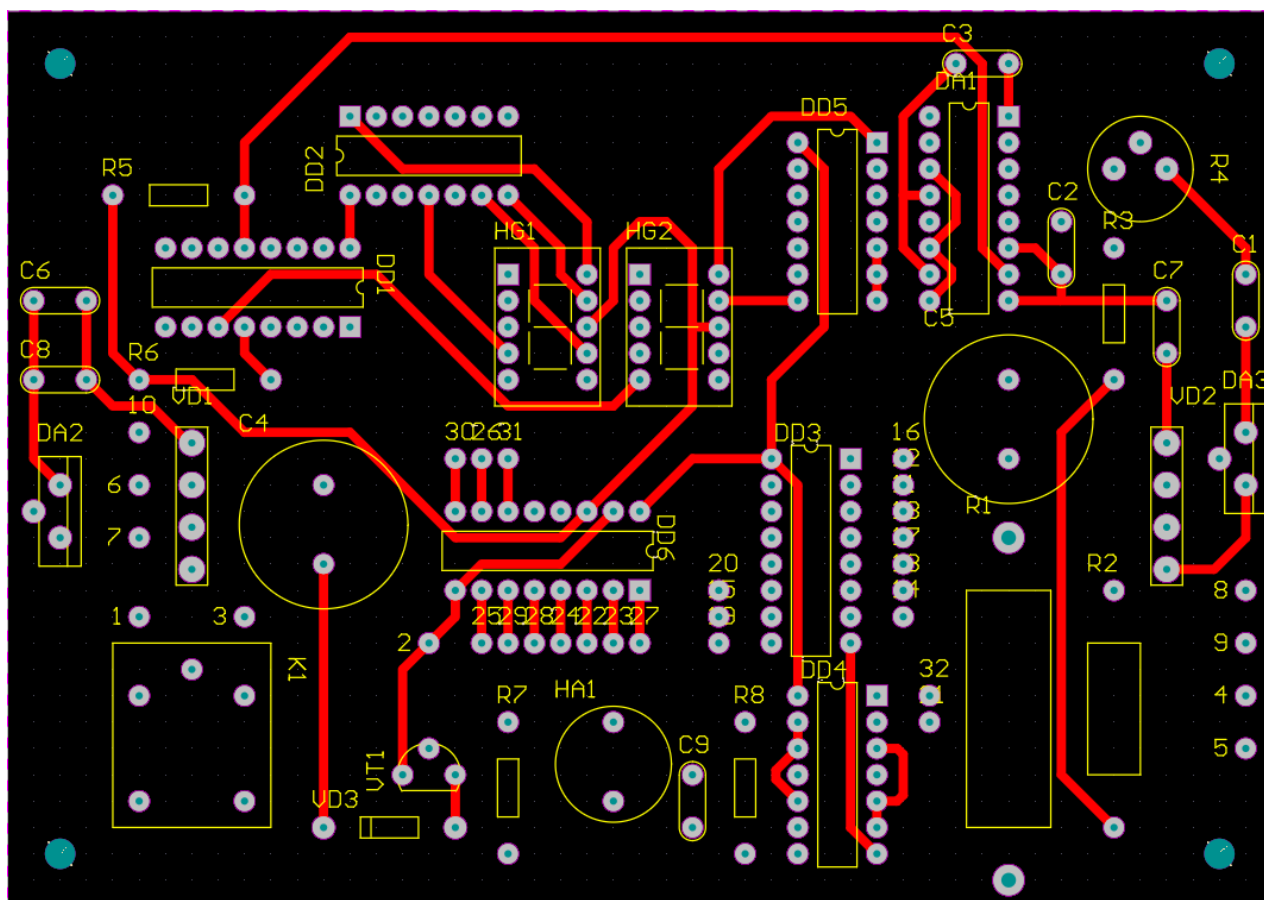


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

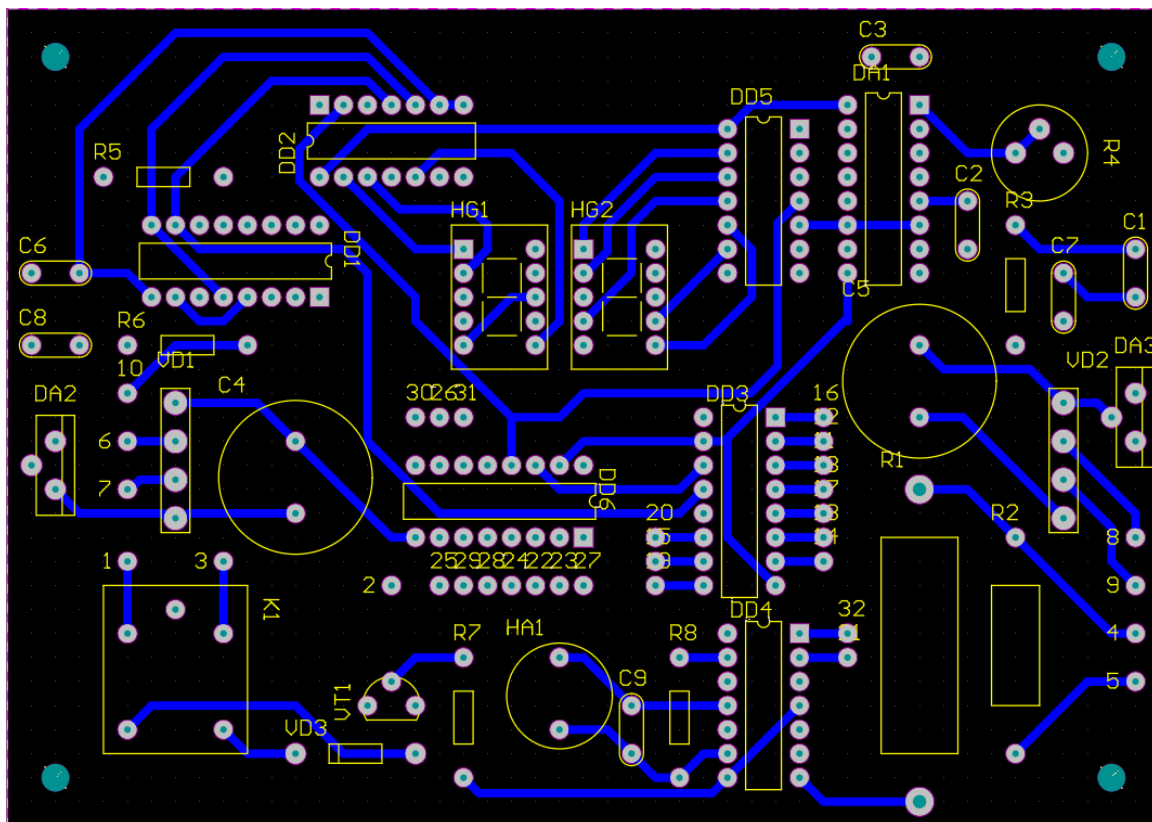


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

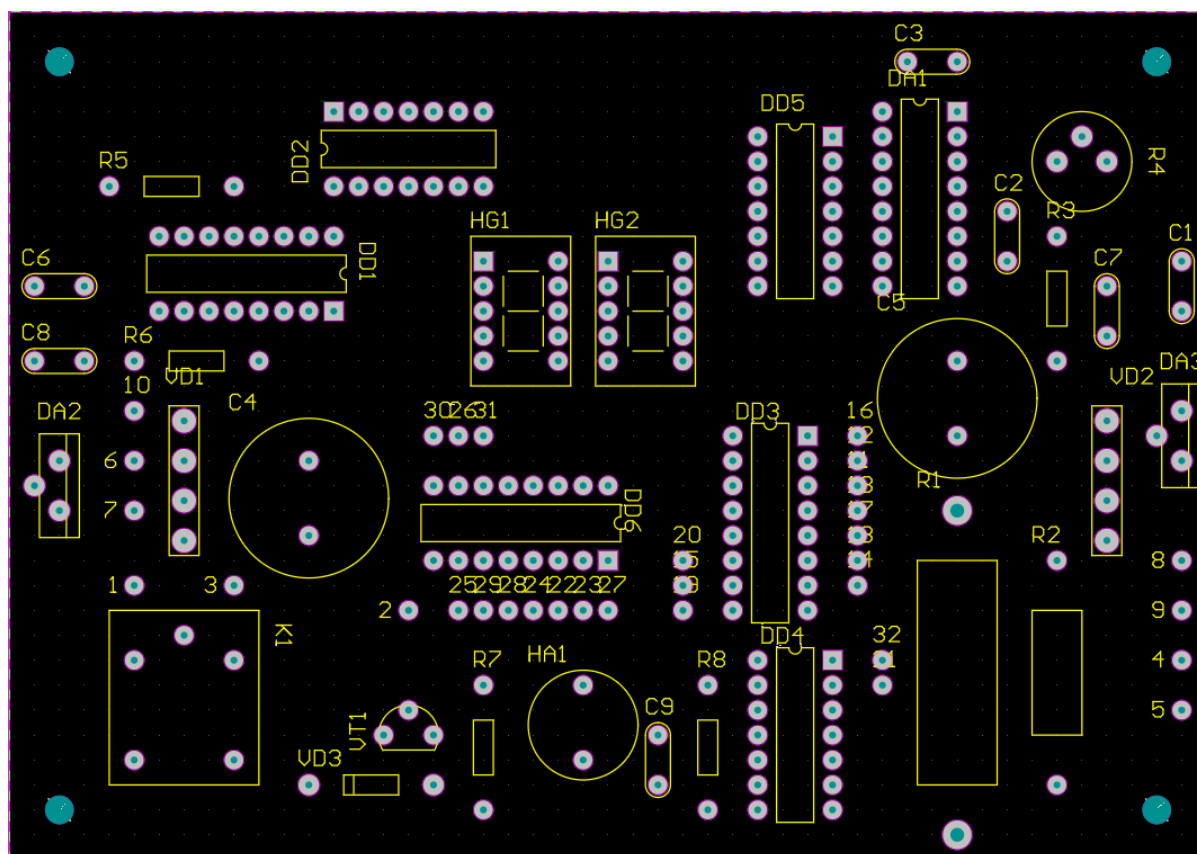


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

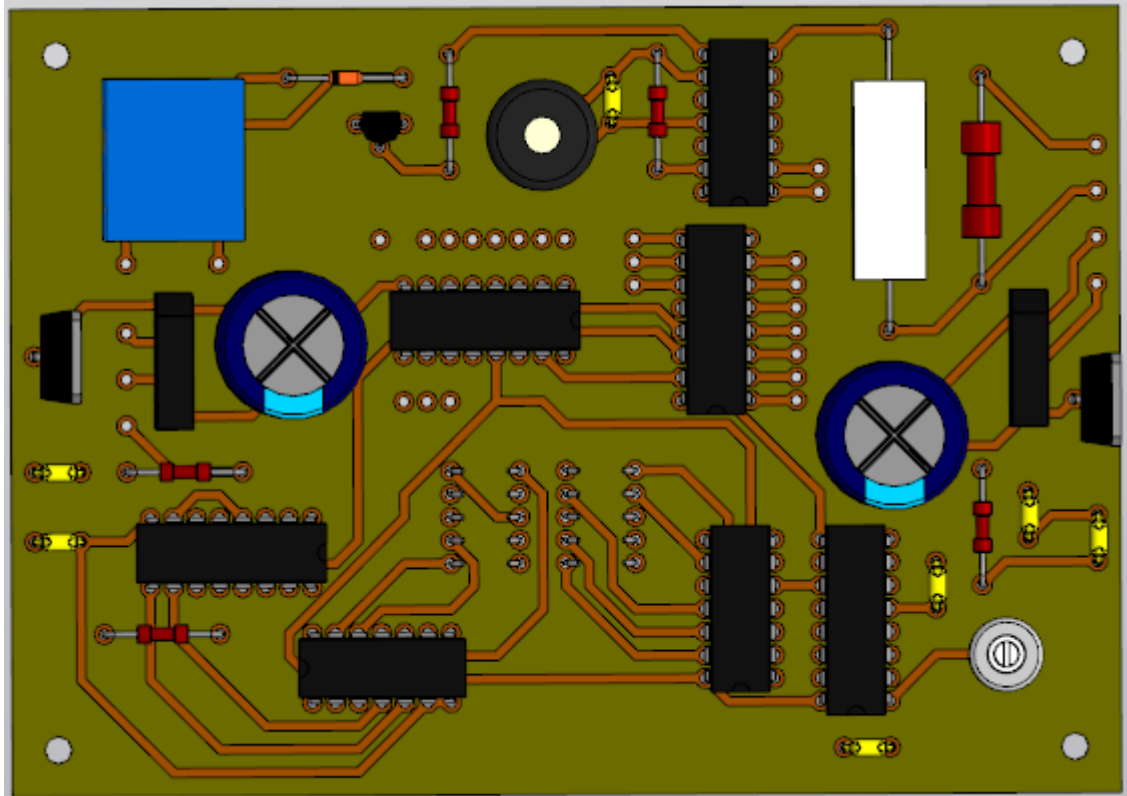


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

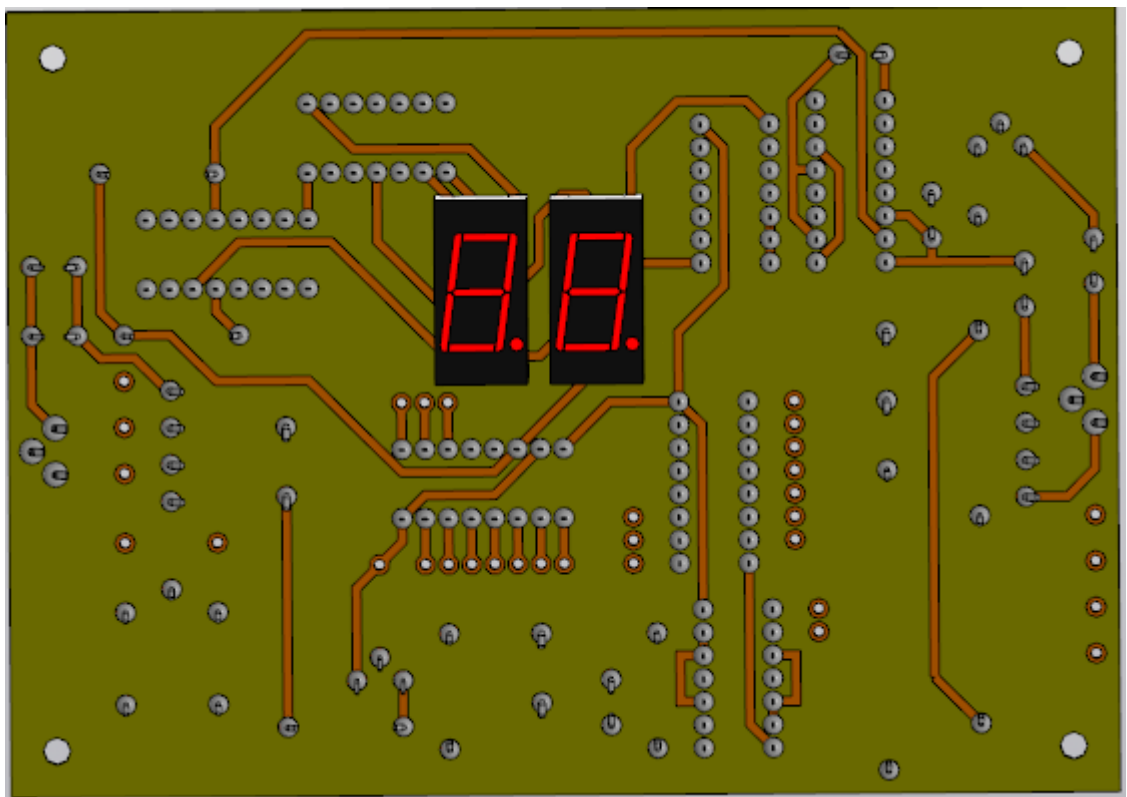


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ

Арк.

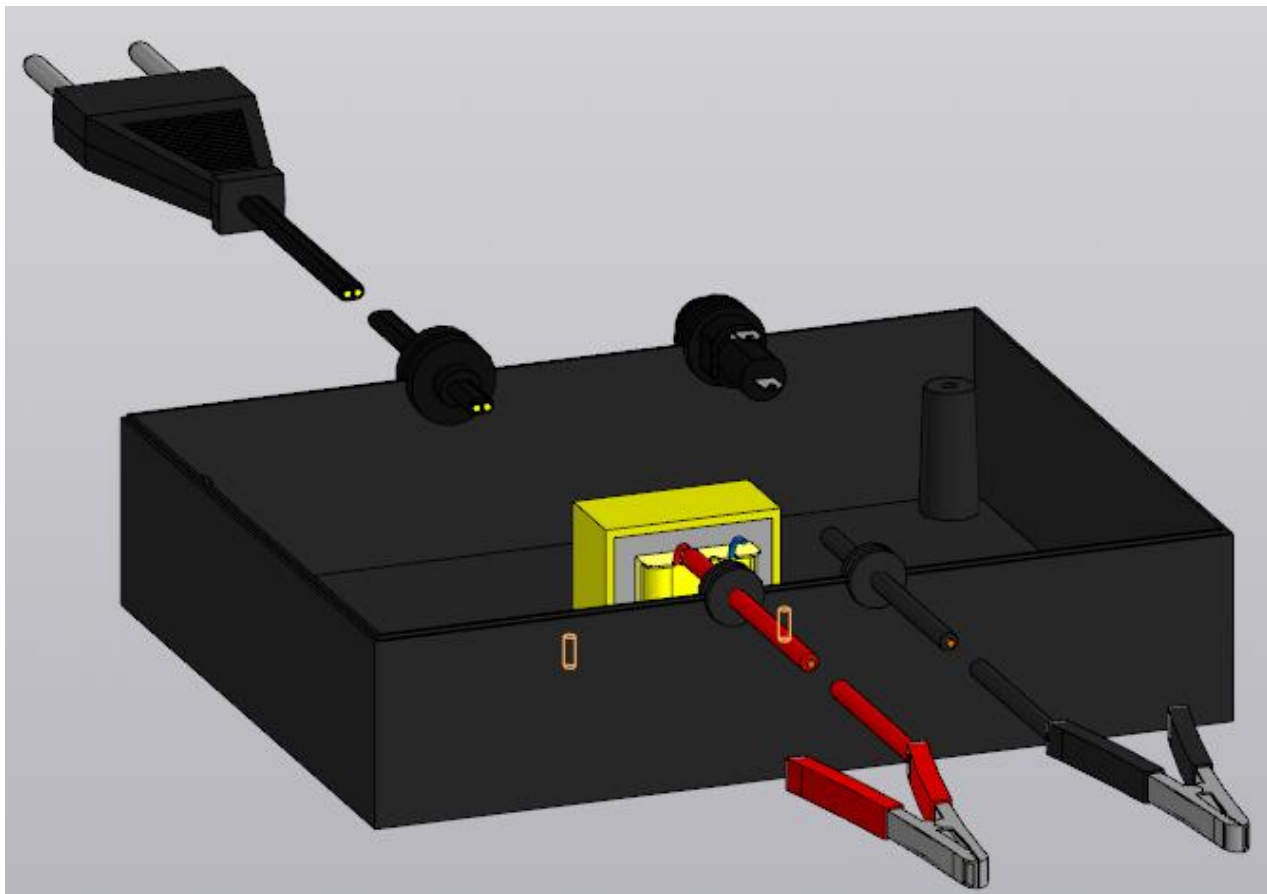


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

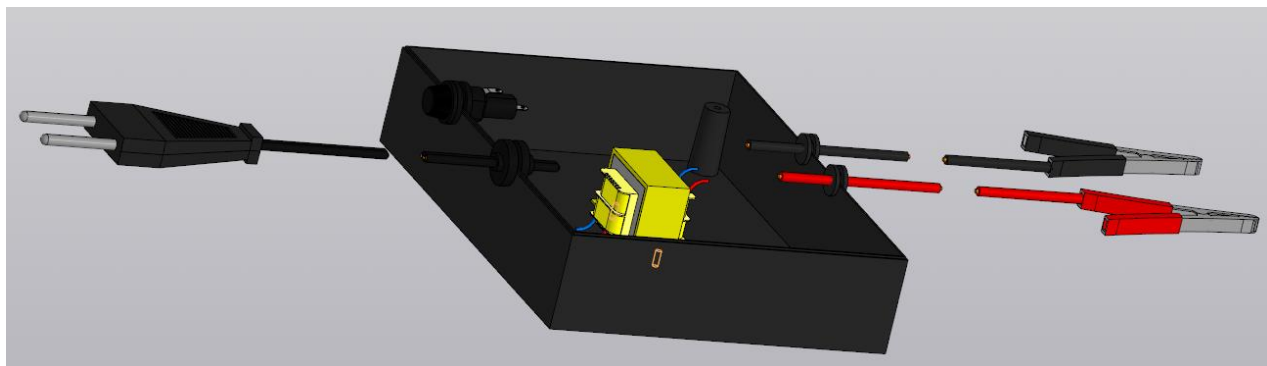


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка збоку

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

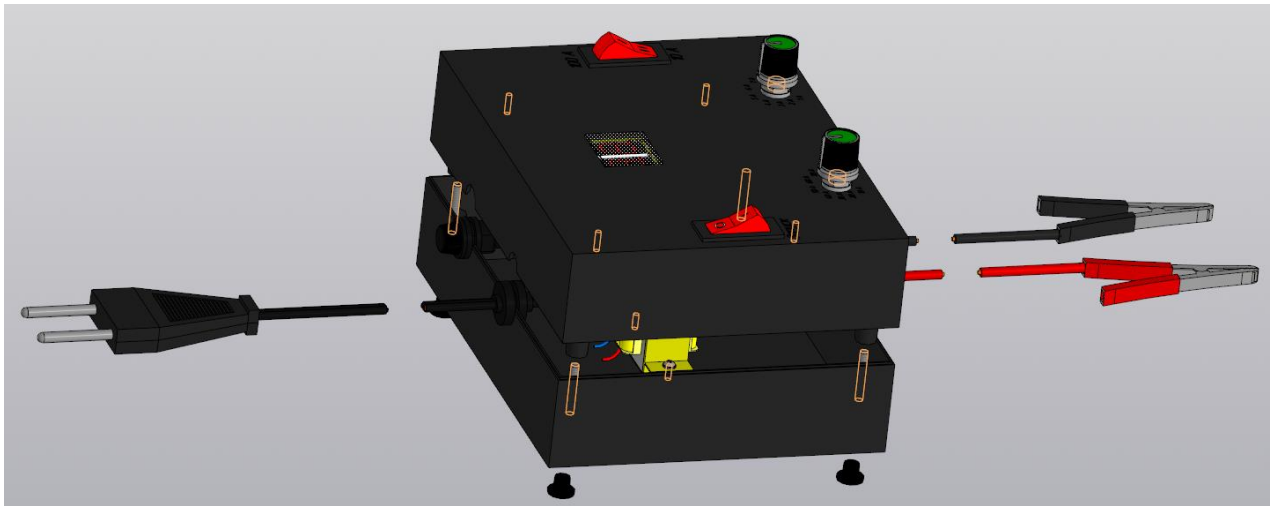


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

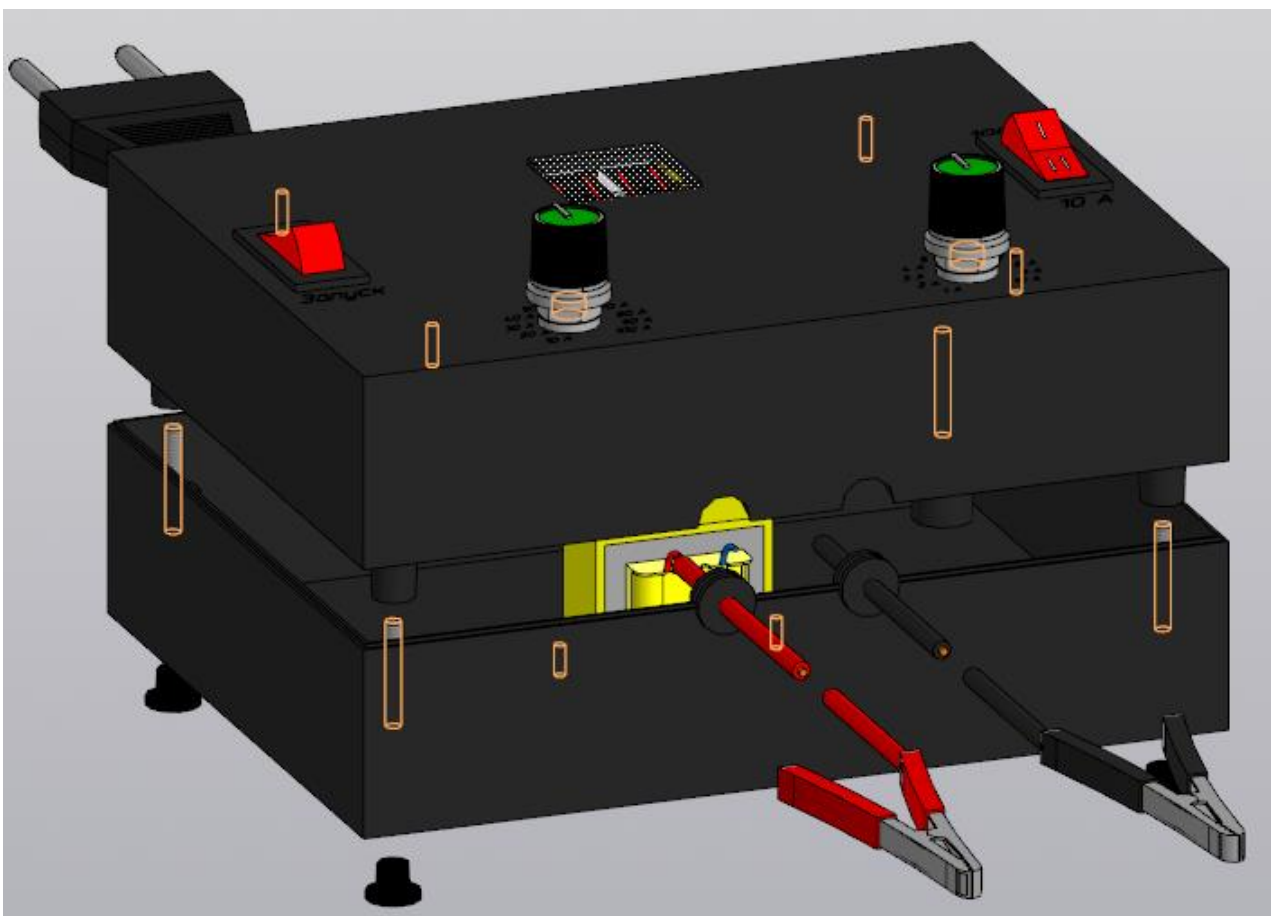


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

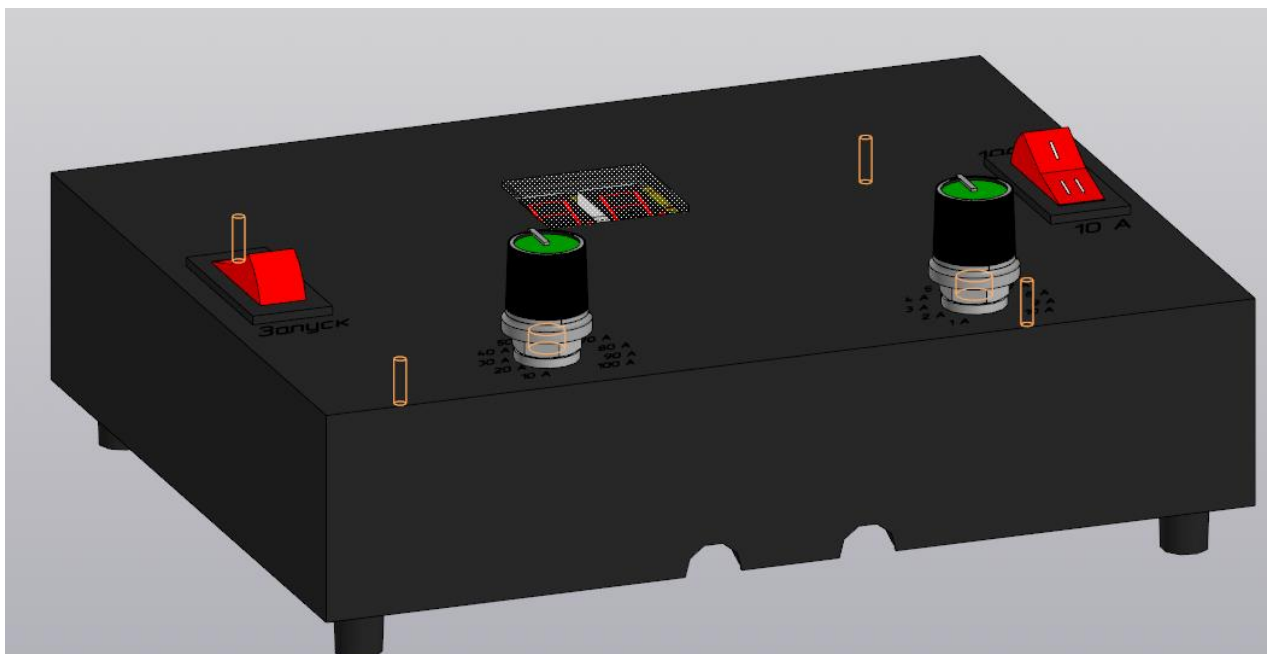


Рисунок Б.7- 3D модель пристрою, верхня кришка

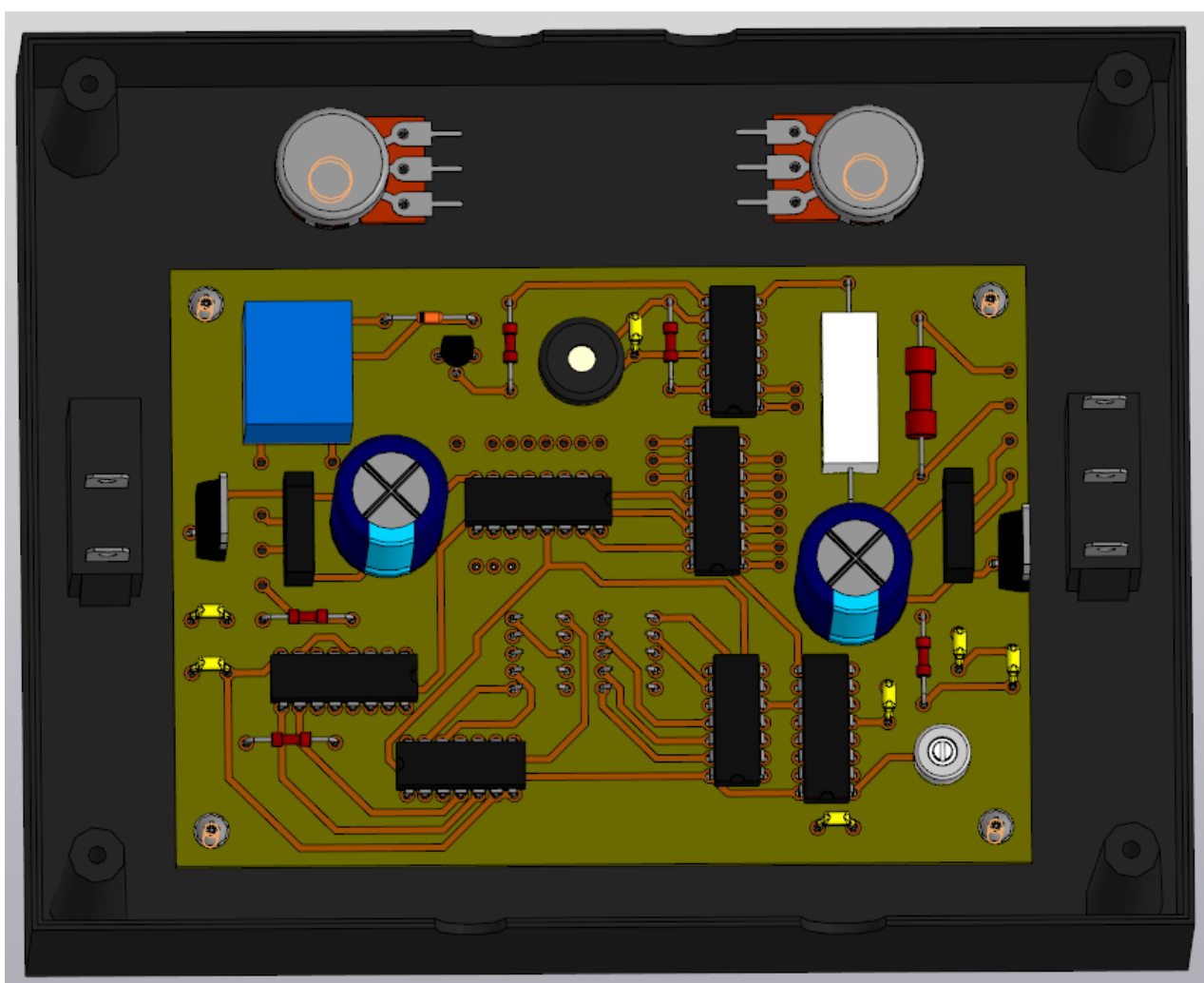


Рисунок Б.8 - 3D модель пристрою, верхня кришка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

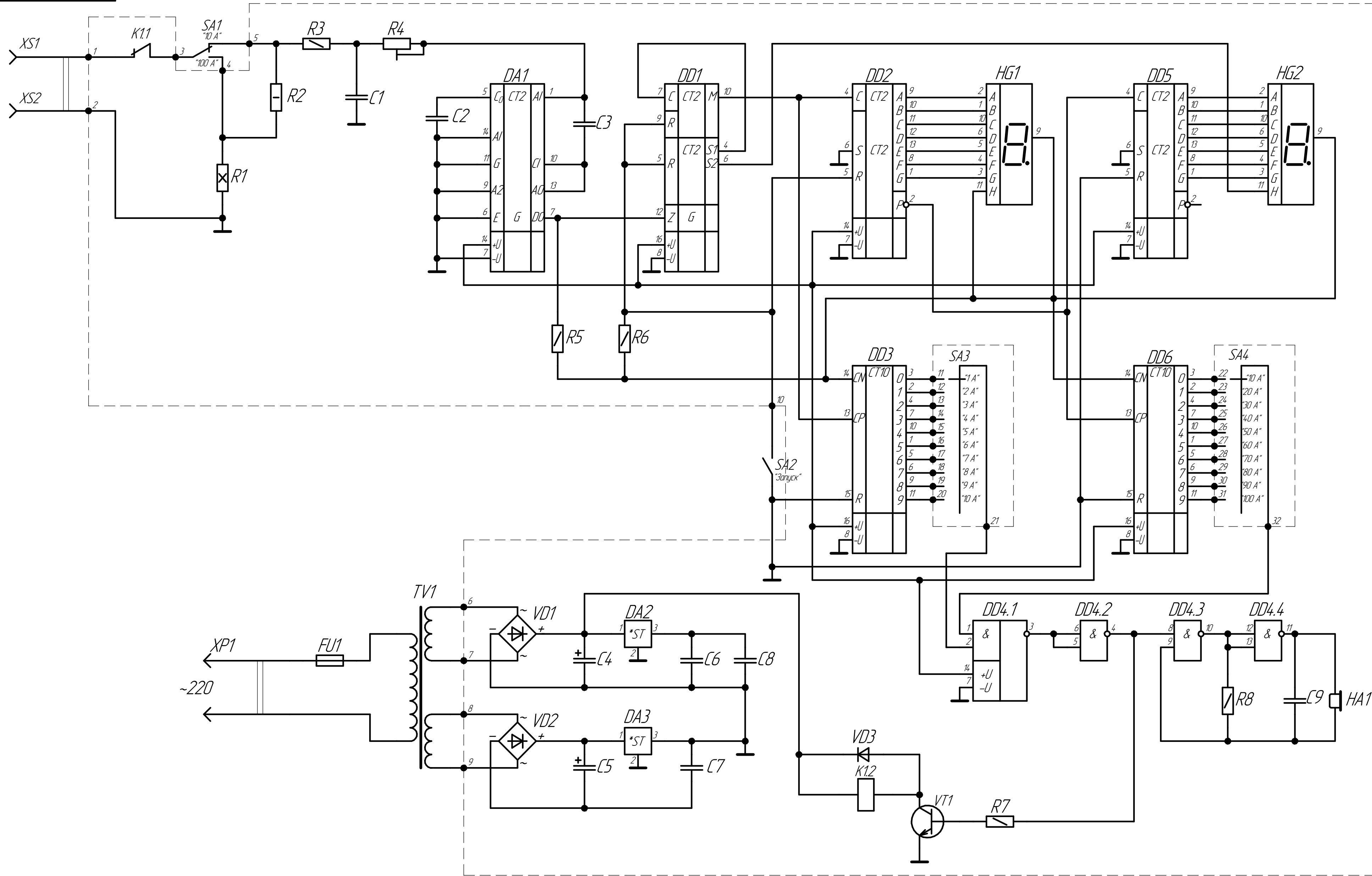
26 КР 172.403.004.000.000 ПЗ

Арк.

Перш. викорис.	Довід. №	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка						
			Конденсатори										
		C1	NPO-2,2 мкФ ±5% "Murata"			1							
		C2	NPO-470 нФ ±5% "Murata"			1							
		C3	NPO-10 нФ ±5% "Murata"			1							
		C4, C5	ECAP-16 B-2000 мкФ ±20% "Jamicon"			2							
		C6, C7	NPO-2,2 мкФ ±5% "Murata"			2							
		C8	NPO-10 мкФ ±5% "Murata"			1							
Підпис і дата	Інв. № дубл.	C9	NPO-10 нФ ±5% "Murata"			1							
			Мікросхеми										
		DA1	VFC320BP "Texas Instruments"			1							
		DA2, DA3	L 7809ABV "ST Microelectronics"			2							
		DD1	MM5368 "National Semiconductor"			1							
		DD2	CD4026BE "Texas Instruments"			1							
		DD3	CD4017BE "Texas Instruments"			1							
		DD4	CD4011BE "Texas Instruments"			1							
Зам. інв. №	Підпис і дата	DD5	CD4026BE "Texas Instruments"			1							
		DD6	CD4017BE "Texas Instruments"			1							
		FU1	Запобіжник RB300-30-0,25 A-250B "ECE"			1							
		K1	Реле G5LE14 12DC "Omron"			1							
		HA1	Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"			1							
		Інв. № ориг.	Затверд.	HG1, HG2	Цифровий індикатор HDSP-F501 "Broadcom"			2					
26 КР 172.403.004.001.000 ПЕЗ													
Зм.	Арк.			№ докум.	Підпис	Дата							
Розрод.	Баденчук						Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів Перелік елементів			Літ.	Аркцш	Аркцшів	
Перевір.	Штогрин									н		1	2
Н.контр.	Задорожний									ВСП ТФК ТР-403			
Затверд.										м. Тернопіль			
Копіював											Формат А4		

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
		Резистори				
R1		MFP-10-0,1 Ом ±10% "Yageo"			1	
R2		MFP-1-0,9 Ом ±10% "Yageo"			1	
R3		MFP-0,125-30 кОм ±10% "Yageo"			1	
R4		3329H-1-22 кОм "Bourns"			1	
R5		MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"			1	
R6		MFP-0,25-10 мОм ±10% "Yageo"			1	
R7		MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"			1	
R8		MFP-0,25-15 кОм ±10% "Yageo"			1	
		Перемикачі				
SA1		ASW-09-102 "Jietong Switch"			1	
SA2		A21B1K11 "EMAS"			1	
SA3, SA4		RS003-2-6-P-20-KQ "Well Buying"			2	
TV1		Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"			1	
		Діоди				
VD1, VD2		D2SBA60-7000 "Shindengen"			2	
VD3		1N4148 "Diotec"			1	
VT1		Транзистор BC337-16 "LGE"			1	
XP1		Шнур мережевий LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"			1	
XS1, XS2		Зажим AG-B15 "Dragon City"			2	

26 КР 172.403.004.001.000 ЕЗ



					26 КР 172.403.004.001.000 ЕЗ			
					Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів			
					Схема електрична принципова			
					ВСП ТФК ТР-403			
					м. Тернопіль			
					Формат А2			

Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Боденчук			
Перевір.	Штогрин			
Т.контр.				
Н.контр.	Задорожний			
Затверд.				

Лит.	Маса	Масштаб
н	-	-
Аркци	Аркци	1

Перш. використ.

Додат. №

Підпис і дата

Інв. № змін.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № арх.

Копіював

Формат А2

26 КР 172.403.004.001.000 Е1

Живлення
~220 В

Понижувальний
трансформатор

Випрямлячі

Стабілізатор
напруги +9В

Установчий вузол

Лічильники-
дешифратори

Індикатори

Дворозрядний
двійково-
десятковий
лічильник

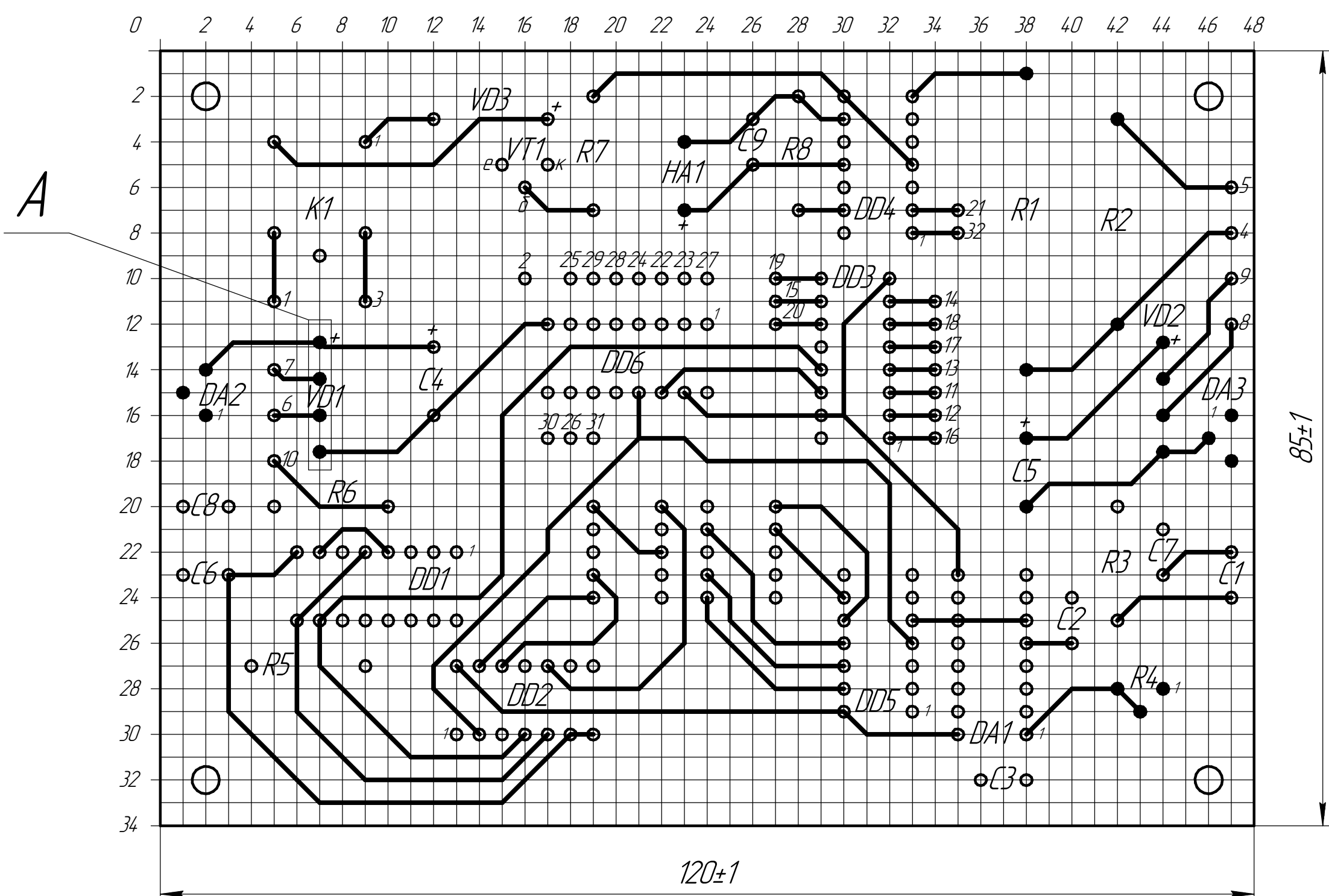
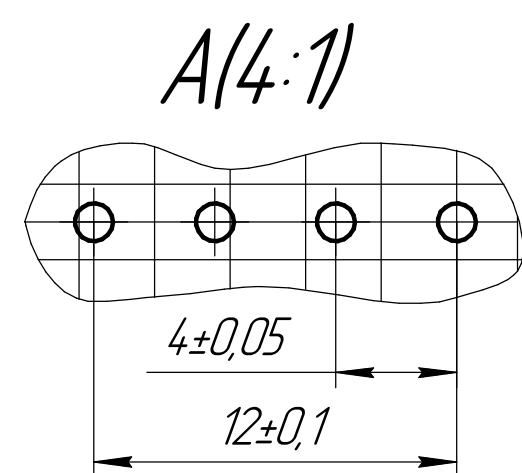
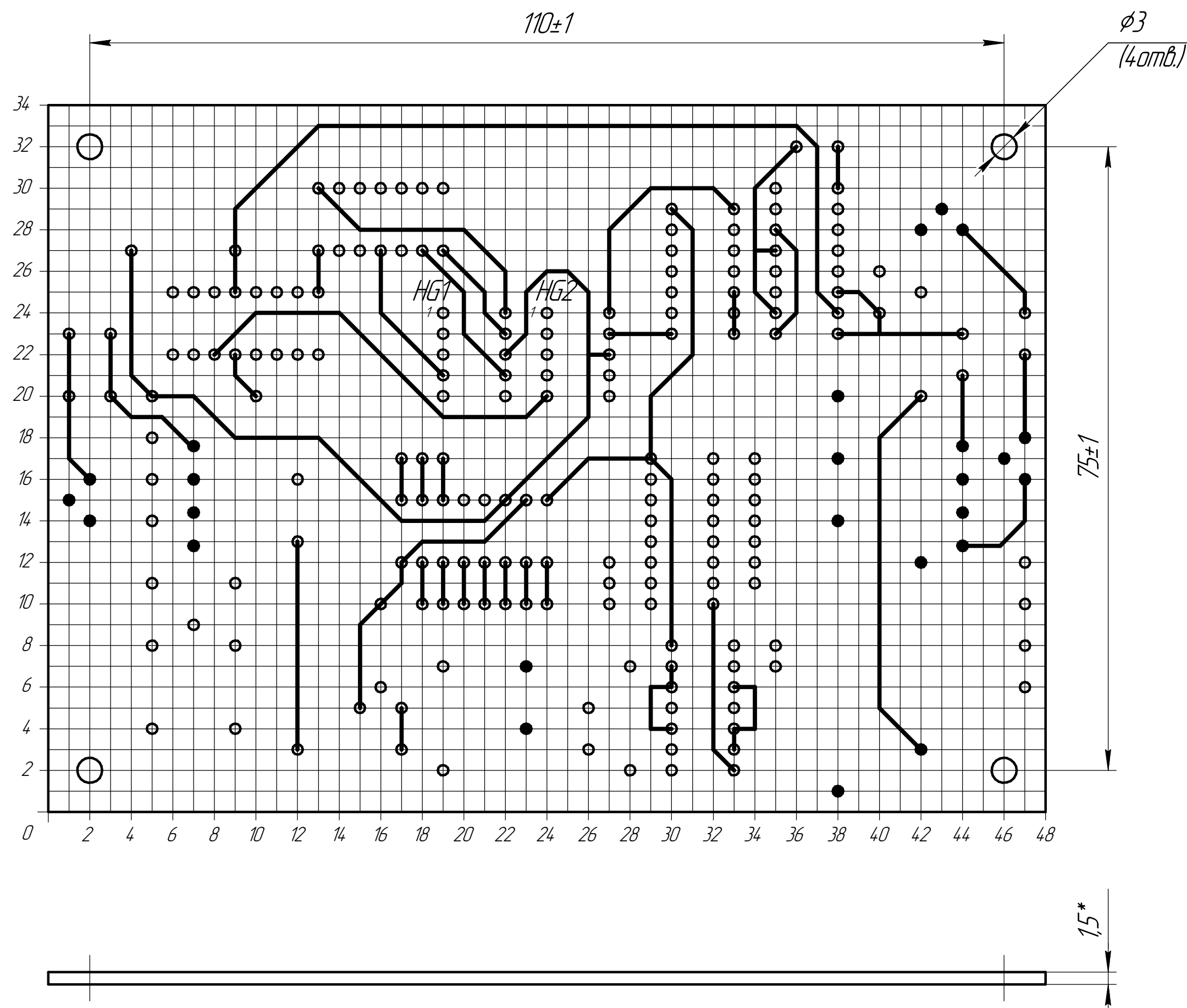
Підключення
навантаження

Перетворювач
напруга-частота

Перш. використ.	
Додат. №	

Підпис і дата		Інв. № дод.		Зам. інв. №		Підпис і дата	
Інв. № ориг.							

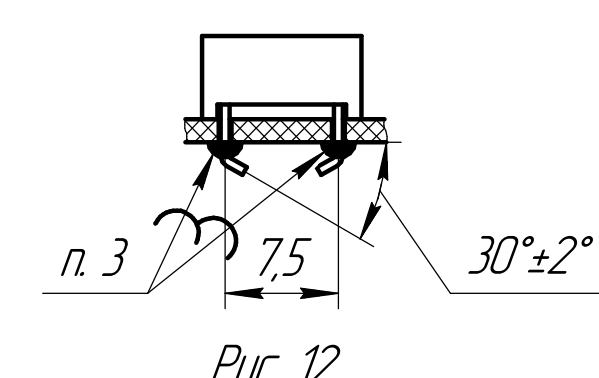
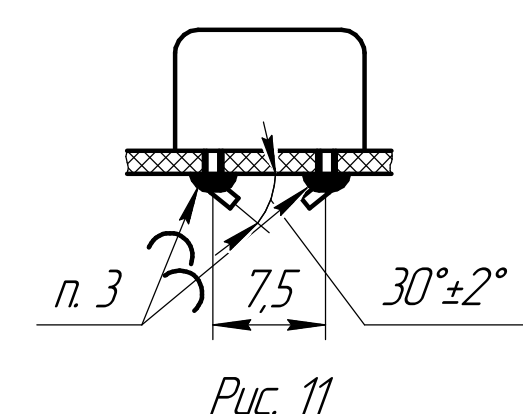
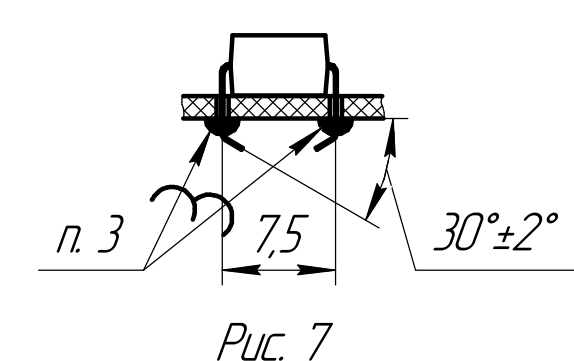
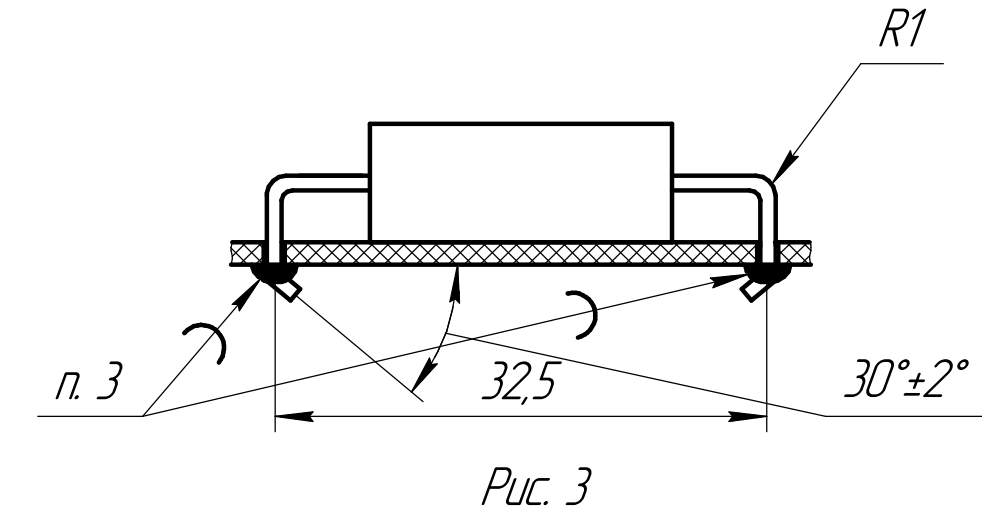
					26 КР 172.403.004.001.000 Е1				
					Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів Схема електрична структурна	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		-	Н	-	-
Розроб.	Боденчук					Аркци		Аркциів 1	
Перевір.	Штогрин					ВСП ТФК ТНТУ ТР-403			
Т.контр.						м. Тернопіль			
Рецензент									
Н.контр.	Задорожний								
Затверд.									



1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. *Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити камбінованим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
9. Контактні площадки покрити складом "Розе" ТУ 6-09-4.065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
10. Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051

						26 КР 172.403.004.001.001								
Эм	Арх	№ докум	Підпис	Дата	Плата друкована					Лист	Маса	Масштаб		
Розроб		Боденчук								Н			0,03	21
Перевір		Штогрінь								Аркши		Аркши		1
Технік					СФ2-35-15КП ГОСТ 10316-78					ВЛП ГФК ТР-403				
Ніконтр		Задорожній								м. Тернопіль				
Затверд					Копія			Формат А1						

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
Перш. використ.							
Довід. №							
A4				26 КР 172.403.004.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2				26 КР 172.403.004.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
A1				26 КР 172.403.004.001.000 СК	Вузол друкований	1	
Деталі							
A1	1			26 КР 172.403.004.001.001	Плата друкована	1	
БК	2			26 КР 172.403.004.001.002	Перемичка	32	
Інші вироби							
Конденсатори							
		3			NPO-470 нФ ±5% "Murata"	1	С2
		4			NPO-10 нФ ±5% "Murata"	2	С3, С9
		5			NPO-2,2 мкФ ±5% "Murata"	1	С1
		6			NPO-10 мкФ ±5% "Murata"	1	С8
		7			ЕСАР-16 В-2000 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С4, С5
Мікросхеми							
		9			CD4011BE "Texas Instruments"	1	DD4
		10			CD4017BE "Texas Instruments"	2	DD3, DD6
		11			CD4026BE "Texas Instruments"	2	DD2, DD5
		12			L7809ABV "ST Microelectronics"	2	DA2, DA3
		13			MM5368 "National Semiconductor"	1	DD1
		14			VFC320BP "Texas Instruments"	1	DA1
26 КР 172.403.004.001.000							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Боденчук				Вузол друкований		
Перевір.	Штогрин						
Н.контр.	Задорожний						
Затверд.							
Літ.	Аркуш	Аркушів	ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль				
н	1	2					

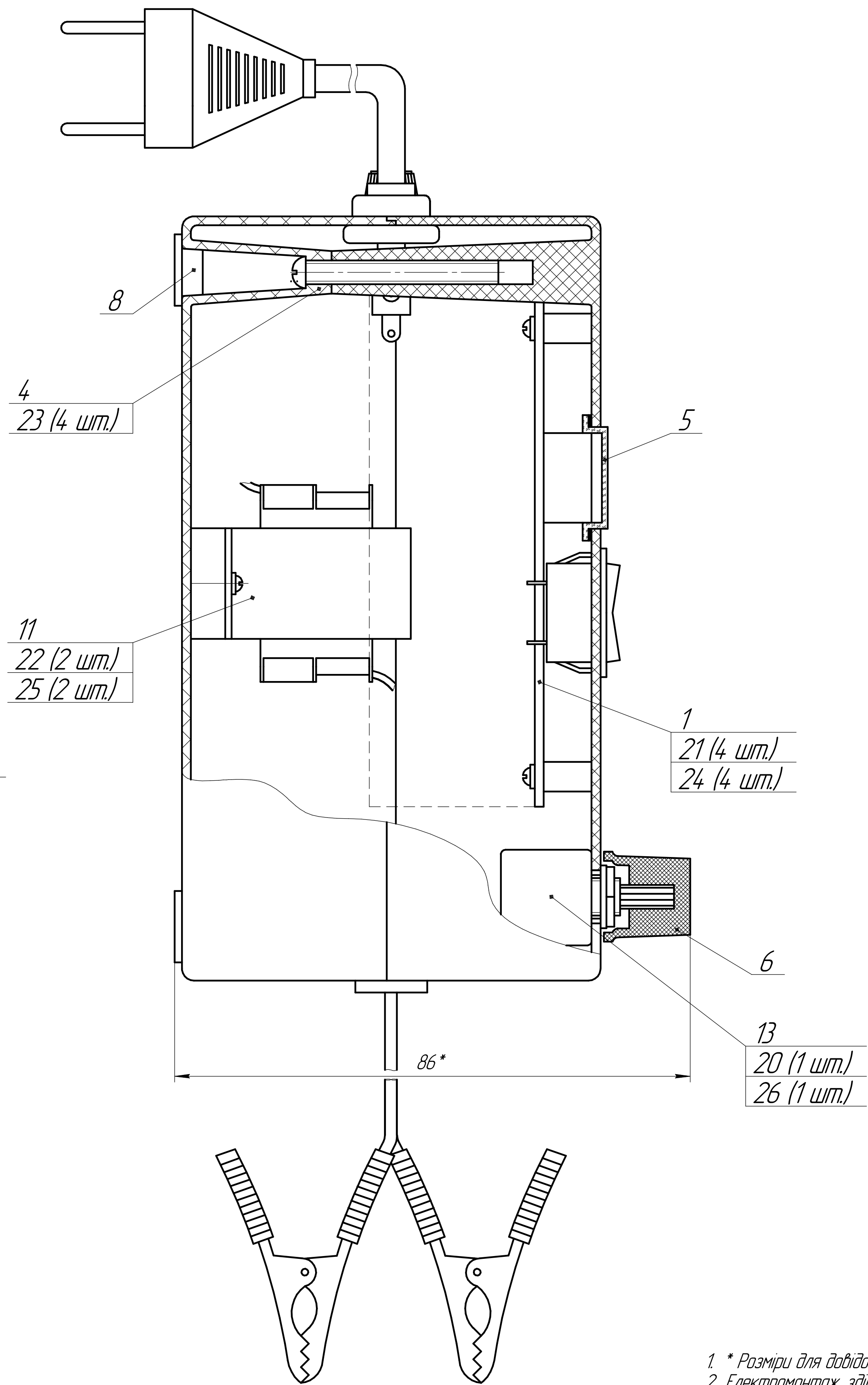
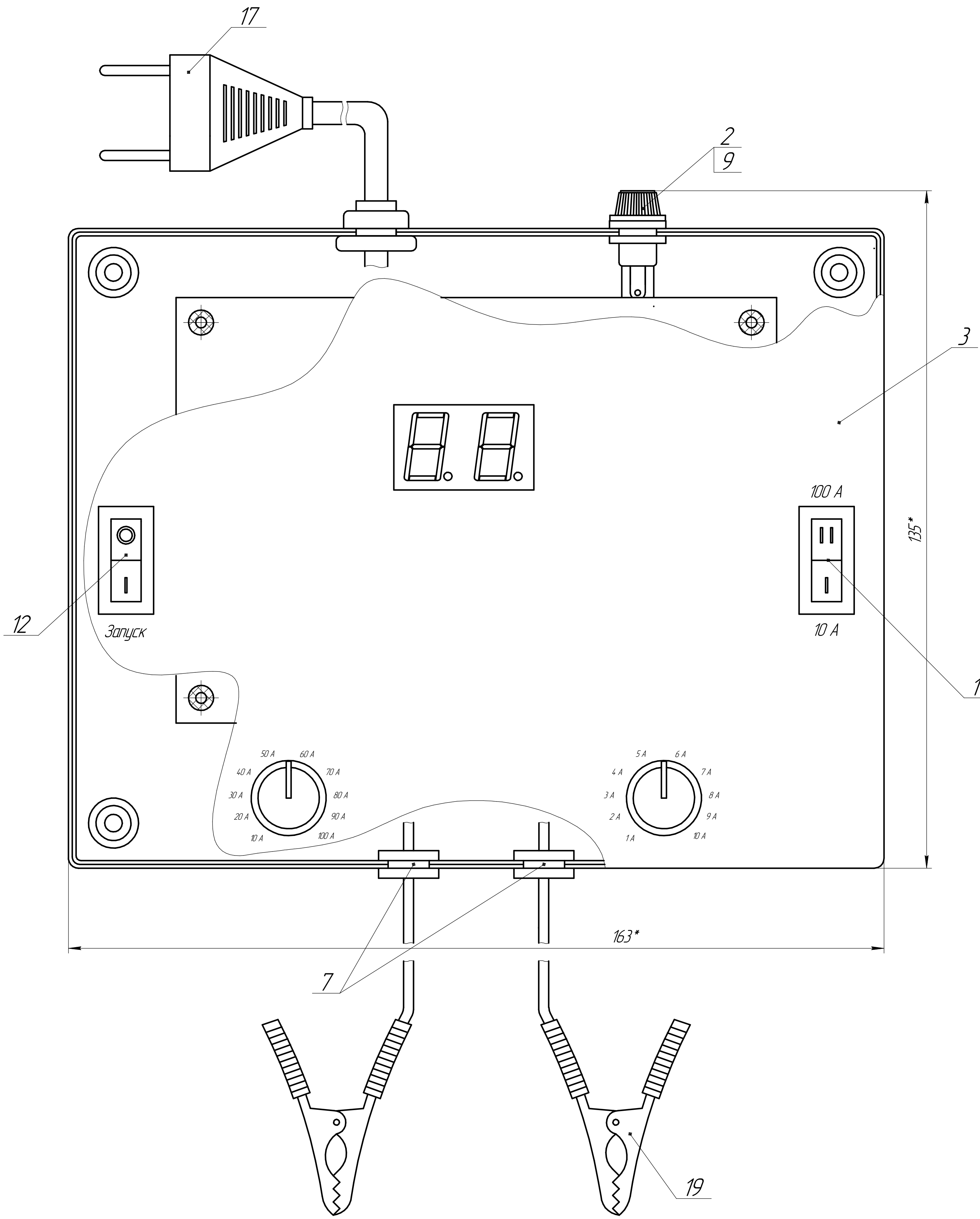


1. *Розміри для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R3, R5, R8, VD3–на рис. 1; R2–на рис. 2; R1–на рис.3; R4–на рис. 4; C1, C3, C6, C9–на рис. 5; C4, C5–на рис. 6; DA1, DD1, DD6–на рис. 7; VD1, VD2–на рис. 8; VT1–на рис. 9; DA1, DA2–на рис. 10; HA1–на рис. 11; HG1, HG2–на рис. 12.
3. Паяти припаєм ПГОС61ГОСТ 21931-76.
4. Заводський номер позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ діла ТУ029-02-859-78.
Шрифт 2,5 по НО. 010. 007.
- Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ГОСТ40070.015.

						26 КР 172.403.004.001.000 СК			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вузол друкування		Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Бойденчук						Н	0,06	2:1
Перевір.	Шкогарин				Складальне креслення		Архив	Архив	1
Т. контр.							ВСП ТФК ТР-403		
Н.контр.	Зайдаражний						м. Тернопіль		
Затверд.									

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.004.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.403.004.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.403.004.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.004.001.000 СК	Вузол друкований	1		
				БК	2	26 КР 172.403.004.001.001	Тримач для запобіжника	1		
								Деталі		
				БК	3	26 КР 172.403.004.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	4	26 КР 172.403.004.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	5	26 КР 172.403.004.004.003	Скло під індикатори	1		
				БК	6	26 КР 172.403.004.004.004	Ручка для галетного перемикача	2		
				БК	7	26 КР 172.403.004.004.005	Втулка	2		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № добул.	БК	8	26 КР 172.403.004.004.006	Ніжка	4		
								Інші вироби		
					9		Запобіжник RB300-30-0,25 A-250B "ECE"	1	FU1	
							Перемикачі			
					11		A21B1K11 "EMAS"	1	SA2	
					12		ASW-09-102 "Jietong Switch"	1	SA1	
					13		RS003-2-6-P-20-KQ "Well Buying"	2	SA3, SA4	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.004.004.000					
					Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів	Літ.	Аркцш	Аркцшів		
						Н	1	2		
						ВСП ТФК ТР-403				
						м. Тернопіль				
Розрод.	Боденчук									
Перевір.	Штогрин									
Н.контр.	Задорожний									
Затверд.										

[illegible]



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.004.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

26 КР 172.403.004.004.000 СК					Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів			Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	н			0,3	2:1	
Розроб.	Баденчук				Арх.	Арх.	1			
Перевір.	Штогрин				ВСП ТФК ТР-403					
Т.контр.					м. Тернопіль					
Н.контр.	Задорожний				Формат А1					
Затверд.					Копія					

Дубл.																		
Замість																		
Підпис																		
												Аркушів 8		Аркуш 1				
Розробив		Боденчук						ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.403.004.03.000					26 КР 172.403.004.03.118			
Перевірив		Штогрин																
Нормував																		
Затвердив																		
Н. контр.		Задорожний												Н				
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ			
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР				
01				Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831														
02																		
03	403		004	005	403004005 Комплектування										0,005			
04				Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (60шт)														
05																		
06	403		004	010	40300410 Розконсервація ДП										0,005			
07				Розконсервація плати по ТТО 124781														
08																		
09	403		004	015	403004015 Маркування заводського номеру										0,005			
10				Маркувати заводський номер по ТТО 664170 (6шт)														
11				Штамп РТ 125878														
12		Фарба	ТНТФ-01		ГОСТ 12574-45						120	100	0,018					
13																		
14																		

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 3			
												26 КР 172.403.004.03.000				26 КР 172.403.004.03.118			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документау										
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01	403		004	035	403004035 Залудження														0,21
02			Тігель РТ	424231															
03			Лудити виводи ЕРЕ згідно ТТП532685 (196шт)																
04			Пінцет	РТ 235641															
05			Припой ПОС-61					ГОСТ 21931-76								180	100	0,59	
06			Флюс АТІ-120					ГОСТ 32142-86								120	100	0,98	
07			Спиртобензинова суміш						ГОСТ 443-76							120	100	0,98	
08																			
09	403		009	040	403009040 Установка ЕРЕ														0,02
10			Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм																
11			1.Установити конденсатори поз.3(С2)поз.4(С3,С9)поз.5(С1)поз.6(С8)згідно рис.5 поз.7(С4,С5) згідно рис.6 згідно карти ескізів по ТТП304325																
12			2. Установити мікросхеми поз. 9(DD4) поз.10(DD3,DD6) поз.11(DD2,DD5)поз.13(DD1) поз.14(DA1) згідно рис.7 поз.12(DA2,DA3) згідно рис.10 .згідно карти																
13			3. Установити резистори поз.22(R1)згідно рис.3 поз.23(R2) згідно рис. 2 поз.24(R7)поз.25(R5)поз.26(R8) поз.28(R3) поз.29(R6) згідно рис.1 згідно																
14			4. Установити резистори поз.27(R4) згідно рис.4 зумер поз.16(НA1) згідно рис.11 реле поз.20(К1.К3) згідно карти ескізів по ТТП237658																
15			5. Установити діоди поз.31(VD3) згідно рис..1 поз.32(VD1,Д2) згідно рис..8 транзистори поз.34(VT1) згідно рис.9.згідно карти ескізів по																
16			Кусачки РТ 145532																
17			Пінцет РТ 265641																
18	1	Плата друкована						26 КР 172.403.004.001001							796	100	100		

Дубл																
Замість																
Підпис																
													Аркуш 4			
											26 КР 172.403.004.03.000		26 КР 172.403.004.03.118			
											26 КР 172.403.004.03.000		26 КР 172.403.004.03.118			
											26 КР 172.403.004.03.000		26 КР 172.403.004.03.118			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документа							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01	3	Конденсатори			NPO-470 нФ ±5%				"Murata"				796	100	100	
02	4	Конденсатори			NPO-10 нФ ±5%				"Murata"				796	100	200	
03	5	Конденсатори			NPO-2,2мкФ ±5%				"Murata"				796	100	100	
04	6	Конденсатори			NPO-10 мкФ ±5%				"Murata"				796	100	100	
05	7	Конденсатори			ECAP-16 В-2000 мкФ ±20%				"Jamicon"				796	100	200	
06	9	Мікросхема			CD4011BE				"Texas Instruments"				796	100	100	
07	10	Мікросхема			CD4017BE				"Texas Instruments"				796	100	200	
08	11	Мікросхема			CD4026BE				"Texas Instruments"				796	100	200	
09	12	Мікросхема			L7809ABV				"ST Microelectronics"				796	100	200	
10	13	Мікросхема			MM5368				"National Semiconductor"				796	100	100	
11	14	Мікросхема			VFC320BP				"Texas Instruments"				796	100	100	
12	16	Зумер			SMA-13LC-P10				"Sonitron"				796	100	100	
13	20	Реле			G5LE14 12DC				"Omron"				796	100	300	
14	22	Резистори			MFP-10-0,10м ± 10%				"Yageo"				796	100	100	
15	23	Резистори			MFP-1-0,9кОм ± 10%				"Yageo"				796	100	100	
16	24	Резистори			MFP-0,25-2кОм ± 10%				"Yageo"				796	100	100	
17	25	Резистори			MFP-0,25-4,7кОм ± 10%				"Yageo"				796	100	100	
18	26	Резистори			MFP-0,25-15кОм ± 10%				"Yageo"				796	100	100	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
												Аркушів 5			Аркуш 1						
Розробив		Боденчук				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.403.004.004.000							26 КР 172.403.004.004.00						
Перевірив		Штогрин				Вимірювач заряду до автомобільних акумуляторів												Н			
Нормував																					
Затвердив																					
Н. контр.		Задорожний																			
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документу												
Б					Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ		
К-М					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР		
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																
02	403		004	005	40300401 Комплектування														0,005		
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (42шт)																
04																					
05	403		004	010	40300403 Слюсарно-складальна														0,026		
06					Пневмоверт РД 532964																
07					Складання проводити по ТТП 231587																
08					1. Кріпити вузол друкований поз.1 до нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.21(4шт) через шайбу поз.24(4шт) згідно карти ескізів																
09					2. Кріпити) шнур мережевий поз.17(XP1) перемикачі поз.13(SA3,SA4)гайкою поз.20(2шт)через шайбу поз.26(2шт) на верхню кришку поз.3 згідно																
10					3. Кріпити перемикач поз.11(SA2 перемикач поз.12(SA1) скло під індикатор поз.5 на верхню кришку поз.3 згідно карти ескізів																
11					4. Кріпити запобіжник поз.9(FU1) в тримач під запобіжник поз.2 зажими поз.19(XS1,XS2) через втулку поз.7(2шт) згідно карти ескізів																
12					5. Кріпити трансформатор поз.15(TV1) на нижню кришку поз.4 гвинтами поз.22(2шт) через шайбу поз.25(4шт) згідно карти ескізів																
13	1	Вузол друкований				26 КР 172.403.004.001.000 СК								796	100	100					
14	2	Тримач під запобіжник				26 КР 172.403.004.001.001								796	100	100					

[illegible]

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 4		
												26 КР 172.403.004.004.000		26 КР 172.403.004.004.00		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01																
А 02	403		004	025	403004006 Регулювання										0,005	
Б 03		Установка для регулювання РД 628413														
0 04		Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.403.004.002.000 і1														
05																
А 06	403		004	030	40300407 Контроль якості										0,005	
07		Пульт РД 445127														
08		Провести візуальний контроль виробу, перевірку електричних параметрів згідно інструкції				26 КР		172.403.004.02.000 і2								
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

Техніко – економічні показники вимірювача заряду до автомобільних акумуляторів

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	~220..240В	1	Річний обсяг виробництва	1100шт.
2	Струм споживання	0,8А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	163*135 *86мм	3	Чистий прибуток	337799 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1170,31 грн
5	Діапазон вимірювання	0... 10Агод	5	Ціна одиниці виробу	1544,81 грн.
6	Похибка вимірювання	±2-5 %	6	Рентабельність виробу	26,24 %
7	Відносна вологість	85 %	7	Термін окупності	0,74р
8			8	Індекс прибутковості	1,34